

科學譯叢

林造砂固

И. С. 馬秋克

В. В. 米羅諾夫

科學出版社

贈閱

科學叢譯

林造砂固

И. С. 馬秋克 В. В. 米羅諾夫 著

趙興樑 傅沛雲 譯

李書馨 劉嫵心

王戰 李鳴岡 校訂

科學出版社

1955年8月



中科院植物所图书馆



S0026346

內 容 提 要

本書簡略地敘述了蘇聯歐洲部分的森林草原地區、草原地區和半沙漠地區固砂造林的主要方法，這種方法對我國固砂造林來說，有非常必要的參考價值。

此外本書爲了使得對砂地有一般概念起見，還報道了一些關於蘇聯砂地的分佈區域及其性質的材料，引證一些固砂造林的歷史資料和砂地經濟利用的原則。這無疑地對我國固砂造林來說也是有幫助的。

本書適宜於林業工作者，林業研究者的參考。

固 砂 造 林

ЗАКРЕПЛЕНИЕ И СВЛЕСЕНИЕ ПЕСКОВ

原 著 者	馬 秋 克 (И. С. Матюк) 米羅諾夫 (В. В. Миронов)
翻 譯 者	趙 興 樑 傅 沛 雲 李 書 馨 劉 娛 心
校 訂 者	王 戰 李 鳴 岡
出 版 者	科 學 出 版 社 北京東四區帽兒胡同 2 號
原文出版者	蘇聯農業書籍出版社
印 刷 者	北 京 新 華 印 刷 廠
總 經 售	新 華 書 店

書號：0260

(譯) 164

(滬) 0001-1,230

字數：70,000

1955 年 8 月 第 一 版

1955 年 8 月第一次印刷

開本：787×1092 1/25

印張：3 2/3

定價：(8) 五角二分

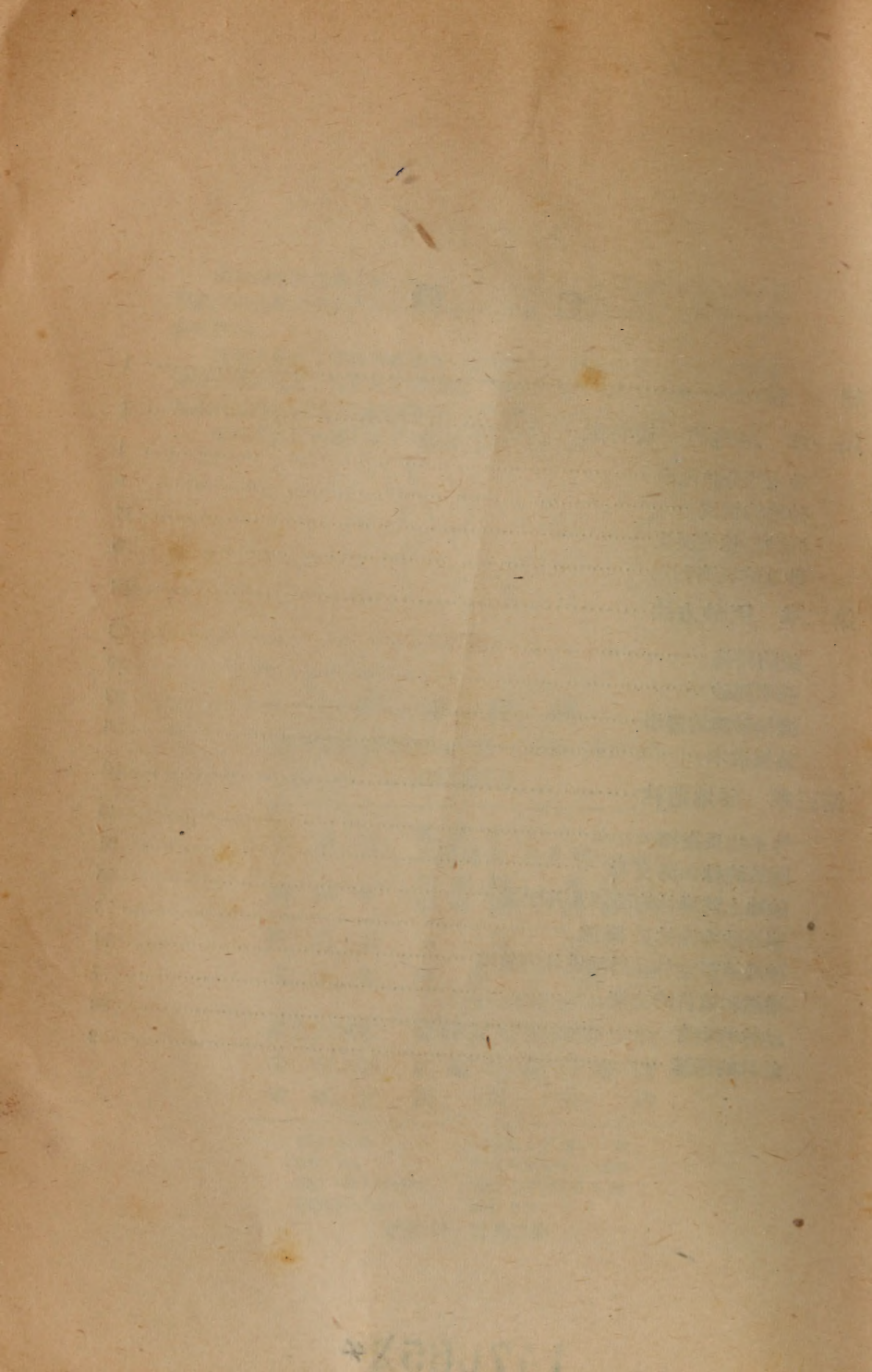
68.54

047

目 錄

緒 言.....	1
第一章 砂地的一般特徵.....	1
砂地的分佈地區.....	1
砂地的性質.....	9
固砂造林的歷史.....	17
砂地的經濟利用.....	25
第二章 固砂方法.....	28
預防措施.....	28
種草固砂.....	29
機械砂障的應用.....	33
栽植灌木.....	35
第三章 砂地造林.....	40
林木生長指標.....	40
關於純林和混交林.....	61
砂地上防護林的種類及其配置.....	65
適於砂地造林的樹種.....	73
砂地植苗造林和播種造林的整地.....	74
播種和植苗的技術.....	77
幼林的撫育.....	80
幼林的保護.....	82

14768584



緒 言

蘇聯部長會議和聯共（布）中央根據斯大林同志的建議於 1948 年 10 月通過“關於營造護田林帶，實行草田農作制，建造池塘及蓄水庫，以保證蘇聯歐洲部分草原地區和森林草原地區的高額而穩定的產量的計劃”的決議。

蘇聯人們從這個決議中看到了反映人民多年來與乾旱、旱風、歉收和不收作鬥爭的理想與希望的偉大的工作計劃，他們並把它稱之為斯大林改造大自然計劃。蘇聯人民體會到這個計劃，乃是列寧-斯大林黨和蘇聯政府對於我們祖國實力的加強、全體勞動者福利的增長再一次的關懷。

從 1949 年到 1955 年，固砂造林的工作規模是巨大的，固砂造林的面積達 32 萬 2 千公頃，這個數字比資本主義俄國所做的要多到三倍以上。

從 1956 年到 1965 年，斯大林改造大自然計劃規定，在蘇聯歐洲部分的草原地區和森林草原地區的砂地上，固砂造林的面積將達 400 萬公頃。此外，鑒於政府關於在伏爾加河上建築古比雪夫水電站和斯大林格勒水電站，在德聶泊爾河上建築卡霍夫卡水電站，開鑿阿姆河-克拉斯諾維德斯克的土庫曼大運河、南烏克蘭運河和北克里米亞運河、伏爾加河-頓河通航運河的決定以及羅斯托夫省和斯大林格勒省土地的灌溉，固砂造林的工作範圍將會大大地擴展。

這些偉大的建設工程，是按斯大林改造大自然計劃正在進行着的工作的直接繼續部分。

古比雪夫水電站和斯大林格勒水電站將供給水以灌溉伏爾加河東岸的乾旱土地、裏海岸低地和薩爾平低地、黑土草原和諾蓋草原約 1400 萬公頃的土地。

阿姆河-克拉斯諾維德斯科的土庫曼大運河將供給水以灌溉主要為發展種棉業的 130 萬公頃農業利用的新墾土地、喀拉-庫姆沙漠 700 萬公頃的牧場、在運河及其支流的沿岸、工業區和居民點的周圍營造防護林及固砂總面積約為 50 萬公頃的砂地。

南烏克蘭運河、北克里米亞運河及卡霍夫卡水電站將供給水以灌溉烏克蘭蘇維埃社會主義共和國赫爾松省、查波洛什省、尼古拉耶夫省和德聶伯羅彼得羅夫斯克省 120 萬公頃的土地和克里米亞省 30 萬公頃的土地。此外，它們還供給水以灌溉烏克蘭南部地區和克里米亞北部地區 170 萬公頃的土地。

由於電氣化，由於按新方式灌溉伏爾加河東岸的土地、裏海岸低地、烏克蘭和克里米亞省南部地區，這些地區將會提出砂地經濟利用的問題。由於依靠喜濕喬木-灌木樹種和草類，將使得工作的速度加快，植物的種類擴大。

在這本小冊子中簡略地敘述了蘇聯歐洲部分的森林草原地區、草原地區和半沙漠地區固砂造林的主要方法。

此外，為了使得對砂地有一般的概念起見，在這本小冊子中報道一些關於砂地的分佈區域及其性質的材料，引證一些固砂造林的歷史資料和砂地經濟利用的原則。

第一章 砂地的一般特徵

砂地的分佈地區

凡主要由石英粒和其他礦物質（長石、雲母等）的顆粒混合而成的疏鬆的沉積母質在地質學上叫作砂（песок）。砂以不同厚度的層分佈在地表和內部，分佈在高高低低的黏壤土、黏土及其他疏鬆的或緊密的石礫母質之間。

在自然界裏，土壤形成過程是發生在直接分佈於地表的砂地上，並且形成砂土和輕砂壤土。這種砂土和輕砂壤土不同於黏壤土和黏土，一般地差不多都是不相連結的，疏鬆的，並且是無結構的，其實，這些土壤（砂土和輕砂壤土）在砂地上由於幾千年來土壤形成過程所形成的。

從前，砂土和砂壤土由於其疏鬆性、弱度黏結性及缺乏結構等緣故，在不合理的經營利用情況之下（過度的放牧和耕作）易遭破壞，風颳走了它們之中最肥沃的部分——腐植質和小膠粒，而在或多或少地平坦地形和波狀地形的砂地上形成了單個的塊狀分散砂地（流動砂地）或大面積的分散砂地，其間往往分佈着砂丘（бугор—小丘，кучугура—橢圓形砂丘，бурт—砂堆）和風蝕盆地。

此種分散砂地（流動砂地）在沙皇時代的俄國把它認為是無價值的土地。在停止放牧和耕作的情況之下，它們就逐漸地長滿了雜草，土壤在這裏又重新發育起來。由於地主和富農對砂土和砂壤土進行掠奪式的利用，因而在十月社會主義革命之後留給我們的農業許多這樣無價值的土地。

斯大林改造大自然計劃規定，首先要對流動砂地、分散砂地和半固定砂地（半草砂地）進行固砂造林。

蘇聯歐洲部分草原地帶約有 400 萬公頃的砂地和砂土，並且在集體農莊的土地上砂地要佔 200 萬公頃。有數十萬公頃的砂地將在最近幾年之內必須種草和造林來固定。

蘇聯歐洲部分草原地區的砂地，主要是呈大面積的分佈（如頓河砂地、德聶泊爾河下游砂地及裏海砂地）或是呈單個小塊的和帶狀的分佈（小河沿岸的砂地）。

頓河砂地 在沃龍涅什省、斯大林格勒省和羅斯托夫省境內分佈着總面積約有 100 萬公頃的頓河砂地及砂壤土，它們通常是呈狹帶狀分佈在頓河及其支流的沿岸上，而在沃龍涅什、虎泊爾和莫德維季察河的頓河入口處則分佈着大面積砂地。其次，還有另外一種情況，砂地還佔據着頓河及其支流左岸的高河成階地（надпойменная терраса）（即為分佈在由侵水地至分水嶺或分水嶺斜坡上的古代河底剩餘物），在這裏已開始有一般的黏壤土。

由泛濫地（пойма）過渡到分水嶺這個之間不是逐漸的，而是有階梯的，階梯的形成與過去地質上特別是與冰川期後谷地的生成有關係。早在那個時期就已經發生頓河砂地的厚層沉積物。許多調查家認為頓河的高河成砂質階地的階梯乃是單個的階地，他們並將各種大面積砂地區分為不同數量的階地（通常為二個到四個）。在這個區分砂質階地的工作中，我們可以瞭解到河岸泛濫地與分水嶺黏壤土台地（плато）之間所有的砂地和砂土面積。

根據 А. Т. 米赫耶夫（А. Т. Михеев）的材料¹⁾，頓河砂地的各大面積砂地的面積如下：

	面 積 (單位 1000 公頃)
一、頓河上游砂地	
1. 沃龍涅什省砂地	150
2. 虎泊爾大面積砂地	15
二、頓河中游砂地	
1. 阿爾察津—伊羅夫荅—頓河砂地	230

1) А. Т. 米赫耶夫：“在頓河砂土砂壤土的砂地上栽培田間作用的農業技術”。俄羅斯技術出版社，1947。

2. 嘉桑—維伸—頓河砂地	118
3. 虎泊爾—頓河砂地	62
4. 戈盧秉—卡拉契夫砂地	20
5. 小河沿岸砂地	75

三、頓河下游砂地

1. 齊姆良—頓河砂地	150
2. 頓涅茨砂地	58
3. 齊爾砂地	52
4. 卡里特文砂地	25.5
5. 孔德留切度砂地	15.0
6. 頓河—庫姆莎茨砂地	6.5
7. 小河沿岸砂地	50.0

總計 1027

頓河砂地的特徵是自然非常複雜，需要從各方面來利用它：種草以發展畜牧業；栽培田間作物、蔬菜作物、園藝作物及葡萄；營造用材林和防護林。在下面我們所談到的一些砂地類型，其農業和造林的安排是有不同的。

德聶泊爾河下游砂地 德聶泊爾河下游砂地分佈在烏克蘭蘇維埃社會主義共和國的赫爾松省境內，它沿着德聶泊爾河的下游左岸即由卡霍夫卡到黑海。這個砂地的總面積計有 16 萬公頃。德聶泊爾河下游砂地根據起源來說與頓河砂地相類似，它為較堅實的砂壤土分割成七塊單個的大面積砂地。根據 C. C. 索波列夫 (C. C. Со-белев) 教授的材料¹⁾，德聶泊爾河下游砂地的各大面積砂地面積如下：卡霍夫卡區砂地 9 500 公頃；卡查奇耶—拉格爾區砂地 53 900 公頃；阿列什闊夫區砂地 64,200 公頃；察爾巴斯區砂地 30 300 公頃；茲布利也夫砂嘴、伊萬諾夫砂嘴和庚布爾恩斯克砂嘴 49 800 公頃。

當在草原砂地上(頓河砂地和德聶泊爾河下游砂地)進行固砂造林時，我們必須要考慮到它們的特點：地形、土壤及其厚度、腐植質含量、土壤濕度、土壤結構和地下水深度。

1) C. C. 索波列夫：關於開墾德聶泊爾河下游砂地的措施，“森林與草原雜誌”第 6 期，1949。

爲了正確地確定頓河及德聶泊爾河下游大面積砂土境界內的草原砂地固砂造林的措施，就必須弄清楚這些砂地的基本類型。

草原砂地有幾種分類法，爲了生產目的起見，最好還是採用 C. C. 索波列夫教授提出的方案，這個方案是他給德聶泊爾河下游砂地製定的，但也很適合頓河砂地。根據這個方案，我們可把砂地和砂土分成爲下面三種基本類型：

第一種類型：砂質或輕砂壤質流動的或弱度流動的黑鈣土型土壤，帶有小片的低橢圓型砂丘；

第二種類型：低橢圓形（小橢圓形）流動砂丘和草砂丘；

第三種類型：高橢圓形和中橢圓流動砂丘與草砂丘。

第一種類型 固定的或弱度流動的砂質和砂壤質黑鈣土型土壤分佈很廣，至少要佔頓河砂地和德聶泊爾河下游砂地面積的一半。實際上，這並不是砂地，而是幾乎沒有遭受破壞和風蝕的砂土。這些土壤在其上層腐植質層內含有 10—20% 的黏粒。這些土壤在其剖面的上部分（10—15 厘米）由於時常遭受破壞和吹移，以致使得這層土壤的顏色比下層要淺。在這些土壤裏面還會碰到單個的小塊分散砂地或小的風蝕盆地。帶有固定的砂壤土和砂土的地方，呈波狀起伏或崗陵波狀起伏地形，其中有呈排水不出的窪地或乾谷形狀的單個低凹地。這些土壤進行機械化耕作是完全可能的。

地下水所在之深度變化很大。窪地和平坦的低凹地深 0.5—1.0 米，在這些地方形成了草地土壤和草地—沼澤土壤；丘陵上深至 6—7 米，甚至在 6—7 米以下；而在砂質階地的上部則爲 15—20 米。

頓河大面積砂土地上，砂土和砂壤土的性質及其厚度，通常從砂質階地的下部過渡到砂質階地的上部而有規律地變化着，在這些地方沒有砂地了，而過渡到黏壤質黑鈣土或暗栗鈣土。同時，較肥沃的砂壤土位於砂質階地的上部，而在砂質階地的下部則爲極貧瘠的土壤。

在這個類型中，應該把砂土和砂壤土加以區別。砂壤質黑鈣土型土壤特徵是，在 30—50—70 厘米深處爲砂壤質腐植質層（此層內

含有 10% 到 15—20% 的黏粒, 1.5% 到 2% 的腐植質)。此層下面埋有黏壤土間層或砂壤土間層(即堅實的澱積層), 一般的厚度為 30—80 厘米。在堅實層的組成中, 黏粒通常都在 20% 以上, 色澤為紅褐色, 在濕潤狀態下(春季、晚秋), 它是黏結着的, 緻密的, 而在乾燥狀態下(夏季)是非常緻密的, 甚至用鐵鍬和土鏟工作尚甚費勁。

與黏壤土間層交疊成層的純黃砂或疏鬆的白砂, 總是處於黏壤土-砂壤土間層以下, 深度一般是從 2.5—3.5 米開始起。黃砂或白砂內往往也交疊一些 0.5—1 厘米細長的黏質砂、砂壤土或黏壤土的曲折條紋。

在砂質黑鈣土型土壤裏面, 黏壤土-砂壤土間層通常不存在, 而黏粒却少得多(在腐植質層的上部, 黏粒佔乾土重量不到 10%)。腐植質的含量也不過是 1%。砂土一般的要比砂壤土疏鬆, 並且有時在其下面會碰到許多砂壤質細長的條紋, 在夏季的乾燥天氣時, 砂土也變得極其堅實。

不屬於砂地的砂壤質黑鈣土和砂壤質暗栗鈣土, 應該把它們與砂質黑鈣土型土壤和砂壤質黑鈣土型土壤嚴格地加以區別。這些土壤不同於砂地和砂土, 就在於它們上面的砂壤土層內含有大量的黏粒, 下層埋有緻密的黏壤土, 而在土壤剖面上完全沒有疏鬆的黃砂和白砂。所以, 砂壤質黑鈣土和砂壤質暗栗鈣土甚至受到嚴重的破壞, 也不能形成橢圓形砂丘。底層為疏鬆砂的砂土和砂壤土不同於砂壤質黑鈣土, 即是在於它們雖然有堅實黏壤土間層, 但也易變成能形成砂丘和風蝕盆地的分散砂地。在頓河砂質階地最高處的上部, 通常會碰到黑鈣土型土壤, 在採用專門的保土輪作條件之下, 這種土壤是完全能够用之於農業。但是, 極貧瘠的砂質黑鈣土型土壤主要還是適合於造林和牲畜放牧。

在德聶泊爾河下游砂地裏面, 最好的砂質黑鈣土型土壤和砂壤質黑鈣土型土壤地段, 在土壤中具有樹根所能接觸到的黏壤土情況下, 完全可以用作果園和葡萄園。應當指出, 在德聶泊爾河下游各大面積砂地的邊緣所碰到的其實不是砂質黑鈣土型土壤, 而是底層為

黏壤土的砂壤質黑鈣土¹⁾，在這些地方正利用栽培農作物。在頓河砂地裏，也有這樣的底層為黏壤土的砂壤土地段，並有淺地下水（一般是在由砂質階地過渡到泛濫地的附近地方），這裏完全可能建立果園和葡萄園。

第二種類型 低橢圓形流動砂丘和草砂丘是砂土進行開荒和放牧破壞的結果。這些砂丘特徵是地勢高出盆地不超過3米。砂地遭受破壞是發生在50—100年以前。在具有風蝕盆地的地段上，還可以看到固定土壤、半破壞土壤和具有給砂掩埋的被埋土壤的砂丘的殘丘。在砂土破壞得比較嚴重的情況下，這類砂地是彼此間相互交替着的具有被埋土壤的丘陵、風蝕盆地和單個未破壞的小塊土壤。

現在，低橢圓形砂丘在許多情況之下又重新生長了砂地草原植物，祇是在進行牲畜放牧的牧場上的居民點附近，才有裸露的分散砂地。低橢圓形砂丘特徵是土壤條件極其複雜，對它進行利用時，必須要考慮到這一點。

因為低橢圓形砂丘是由破壞的輕黑鈣土型砂壤土上發生的，正因為如此，這種土壤被破壞而形成的砂地具有各種深度和不同性質。

例如，當砂壤質黑鈣土型土壤局部的破壞時，可能有一部分腐植質層被吹蝕掉。當整個的腐植質層都破壞了，黏壤層被破壞的時候，黏壤土-砂壤土間層就露出於地表，這種間層乾了就變得像用水泥黏合的那樣堅實，不能耕作。具有那種“石灰結核層”的風蝕盆地，不應當進行耕作，因為在它上面即使造林也不能成活。

在露出貧瘠的底石英砂（古代沖積石英砂）的風蝕盆地裏，松樹幾乎不長，並且其特徵是侏儒症（карликовый рост），因此，在這些地方不應當進行造林。在風蝕影響的同時，就有鄰近的砂土地段遭到掩埋，由此而形成被埋土壤。還留下來一些未破壞的片狀或小塊狀砂土或砂壤土。

像前面的第一種類型一樣，低橢圓形砂丘的地下水也處於各種

1) С. С. 索波列夫：關於開墾德聶泊爾河下游砂地的措施，“森林與草原雜誌”第6期，1949。

不同的深處，即從砂質階地下部（單個的風蝕盆地和過渡到河岸泛濫地的附近）的 0.5 米起，一直到砂質階地上部（在過渡到黏壤土乾草原的情況下）的 15—20 米為止。

第三種類型 高橢圓形砂丘（丘高在 7 米以上）和中橢圓形砂丘（丘高 3 米到 7 米）在德聶泊爾河下游砂地上分佈很廣，約佔大面積砂地的中部 30% 的面積。頓河砂地上這兩種砂丘是成單個的大面積砂地分佈在砂質階地的下部。

此類砂地的起源與上述的兩個類型有所不同。它們一般地為淺黃色石英砂和白砂堆積而成，現在既有呈分散砂地和無草砂地形態，也有呈草砂地形態。因為丘頂和斜坡特徵是極端乾燥，養分缺乏，生長草本植物很慢。祇是在丘間盆地內，由於地下水淺，濕度大，草本植物才繁茂叢生，因而這些地方用來造林也比較容易。

裏海砂地是草原地區砂地的第二種大類型。許多學者把裏海沿岸地區不列入草原地帶，而列入半沙漠地帶。裏海砂地分佈在阿斯特拉罕省和格羅茲內省，總面積約為 300 萬公頃，乃是兩塊大面積砂地——阿斯特拉罕砂地和切里克-庫姆砂地。

阿斯特拉罕砂地位於伏爾加河沿岸和從伏爾加河河口至庫姆河的裏海沿岸。切里克-庫姆砂地分佈在格羅茲內省，位於切里克河和庫姆河下游之間的地帶（在諾加依斯克乾草原境界內）。

裏海砂地為流入裏海的古代河水急流所沉澱的古代鹽海沉積物，砂地依加工的程度為轉移而有各種不同的鹽類淋溶度（выщелоченность）。

按自然條件來說，裏海砂地絕對不同於頓河砂地和德聶泊爾河下游砂地，因為裏海砂地位於蘇聯歐洲部分氣候特別乾燥的東南部。阿斯特拉罕砂地特徵是自然條件極端惡劣，平均年降水量祇有 200 毫米，而土壤和成土母質都是鹽漬化的。

過去，整個裏海砂地為淡栗鈣土和棕色砂土的砂土乾草原與砂壤土乾草原，但是，在帝俄時代由於不合理的經濟利用，招致砂土乾草原破壞，把它們變成了流動的分散砂地（圖 1）。



圖 1 格羅茲內省切里克-庫姆砂地的小新月形砂丘

(E. M. 斯美爾廷攝)

現在,裏海砂地可分成兩個基本類型:(一)固定的或弱度分散的淡栗色砂土和砂壤土;(二)新月形-橢圓形或長崗-橢圓形裸露砂地和草砂地。

依砂質沉積物的厚度(深度)即黏土或黏壤土為砂所掩埋的深度為轉移,以及依砂質沉積物破壞的程度為轉移,在盆地上面形成了具有不同高度的丘陵(新月形砂丘)的砂地。

像草原砂地一樣,裏海橢圓形砂丘應該分為低橢圓形砂丘(高達3米)、中橢圓形砂丘(高3米到7米)和高橢圓形砂丘(高7米以上)。

阿斯特拉汗砂地約有200萬公頃的面積,有各式各樣形狀的地形,而主要是丘陵和新月形砂丘。一般都是橢圓形砂丘,其間也有高達9—10米甚至9—10米以上的個別新月形砂丘,以及風蝕盆地和

未遭風蝕的砂土乾草原殘留物。格羅茲內省的切里克-庫姆砂地有些不同於阿斯特拉汗砂地。切里克-庫姆砂地約有 80 萬公頃的面積，其中較多的為來自古代高加索山脈的急流的沉積物所掩蓋，因此它比阿斯特拉汗砂地的鹽漬度要小。高加索附近影響到這個大面積砂地西南部一年之內達 300 毫米的降水量。切里克-庫姆砂地的地形特點是有不同高度的新月形-橢圓形砂丘，以及為新月形-橢圓形砂丘所分割開來的帶有比較緻密的固定砂壤土的低窪平地。

在趕放畜牧業方面，裏海砂地不僅是這些地區集體農莊和國營農場畜牧業的重要基地，而且是這些地區相鄰近的集體農莊和國營農場畜牧業的重要基地。

此外，這些砂地由於其中含有大量的粉粒、黏粒和豐富的礦物鹽類（碳酸鹽），在某些情況下，上面完全能夠栽培耐旱工藝作物，包括風移草砂地在內。其實，頓河和德聶泊爾河地區的風移橢圓形砂丘，通常是很少肥沃的，祇能適宜於造林。

砂地的性質

依大面積砂地所分佈的土壤氣候地帶為轉移，在砂地上形成了砂質灰化土（森林地帶和部分森林草原地帶）、砂質或砂壤質黑鈣土型土壤（森林草原和草原地帶）、淡栗色砂土和砂壤土（半沙漠和沙漠）和棕色砂土及砂質灰鈣土（中亞細亞沙漠）。

在蘇聯歐洲部分草原地區的大面積砂地上，主要分佈着砂土、砂壤土和比較貧瘠的（淋溶的）黑鈣土型土壤，而在裏海地區則分佈着砂質淡鈣土和砂壤質淡鈣土。

根據它本身的基本性質，砂地和砂土根本不同於與其相隣接的黏壤質和黏質黑鈣土或栗鈣土。砂地和砂土的疏鬆性和弱度黏結性即是它們的基本性質之一。因此，所有的砂土和砂壤土都是無結構的，並且甚至在這種情況下，即有着很厚的腐植質層（厚達 0.7 米甚至 1 米）、大量的腐植質（1—1.5%）而表層為暗灰色，它們也不能進行連年的耕作，也不能加入集體農莊和國營農場普通的草田輪作之

中。

對於砂土和砂壤土來說，需要有專門的農業技術方法和獨特的保土輪作。只有在這種條件下，砂土和砂壤土才能有最大的生產效能，並且不致使它們有變成貧瘠的流動砂地的危險。

砂地機械成分和化學成分 砂地和砂土的疏鬆性、弱度黏結性和非結構性，主要是由它們的機械成分來決定的，即由砂粒（直徑1—0.05毫米）、粉粒（0.05—0.01毫米）和黏粒（在0.01毫米以下）數量的對比關係來決定的。土壤中含有90%以上的砂粒（1—0.05毫米），這種土壤通常是屬於砂。黏粒混合物不超過10%者就叫做砂土。

砂地成分中黏粒的數量若再增加時，則可分出砂壤土（黏粒混合物10—20%）。當黏粒的含量超過20%時，這種土壤就叫做黏壤土，而黏粒的含量超過60%就叫做黏土。

按照機械成分，砂通常可分為粗砂（顆粒直徑1—3毫米）、中砂（1—0.25毫米）和細砂（0.25—0.05毫米）。按照砂的成分中那一種顆粒所佔的優勢地位，砂地可分為粗粒砂地、中粒砂地和細粒砂地。砂地中這種佔優勢地位的顆粒是決取於這個大面積砂地的起源。所有的草原地區的砂地，都是在地質學上很早以前的水沉積物，並且砂地中佔優勢地位的顆粒的大小，主要是由沉積這些砂子的那個水流的流速。

草原地帶的各種大面積砂地有着各種不同的機械成分。例如，頓河砂地中佔優勢地位的是中砂（佔土壤重量50—70%），只是在各種不同深度的黏壤土間層和砂壤土間層中，由於黏粒數量的增加，而中砂的數量才降低到40%，甚至40%以下。

從另一方面來看，阿斯特拉罕省和格羅茲內省的裏海砂地，其成分中則含有特別多的細砂（70—90%）和粉砂。砂土不同於砂地，就在於砂土由於土壤形成作用、植物殘體的蓄積和分解，而含有大量的黏粒混合物。

爲了確定砂地和砂土的透水性、持水性、透氣性、受熱性以及影

響砂地和砂土經濟利用的肥力和特性的其他因素，就必須要知道砂地和砂土的機械成分。

草原地帶砂地的化學成分中，具有貧瘠的不溶性礦物質—石英以及雲母、長石和一些水溶物質的混合物。水溶性物質的混合物，特別是碳酸鹽（碳酸鈣鹽），大大提高了砂地和砂土的肥力。含有多量粉粒和黏粒的砂地是比較肥沃的。草原砂地，按它水溶性物質的含量來看，迥然不同於裏海砂地。裏海砂地除含有保證其高度肥力和有可能栽培一些農作物的碳酸鹽以外，還會碰到一些爲氯化物和硫酸鹽所鹽漬化的砂地，這就限制了這個砂地經濟利用（包括植林在內）的可能性。

頓河砂地和德聶泊爾河下游砂地特點是石英通常佔優勢地位，水溶性物質的含量少，在這些砂地上所形成的砂土，肥力較低。

砂地和砂土水的性質與空氣-熱的性質 砂地特點是有良好的透水性，特別是中粒砂地，這就促使了砂地土壤形成過程的迅速進行。

砂地熱的性質是由砂地的礦物質成分和機械成分來決定的。砂地的導熱性較黏壤土和黏土爲高，這是因爲砂地中空氣間隙的總容積（總孔隙度）較小。砂地內含有需要少量熱則可達到一定溫度的多量石英，給草原砂地和砂土造成較大的導熱性。草原砂地和砂土與同一地區的黏壤土和黏土比較起來，受熱和冷卻都甚劇烈而迅速。

就草原地區來說，砂地的這種性質是不好的。在夏季，土壤過高的受熱對植物的發育是有害的，而在冬季，由於土壤凍結得較深，以致某些多年生作物都被凍死。特別是那些喜熱性多年生植物如葡萄、高粱-宿根高粱等易受凍害。

砂質土的特點是有極易透水的滲透性。砂地的透水性取決於砂地的機械成分，砂地成分中粗粒砂愈多，透水性愈大。隨着粉粒和黏粒數量的增加，砂地的透水性則隨之降低。

不僅是草原地區的疏鬆砂地，而且甚至於比較緻密的砂土和砂壤土，也是容易透水的。落到砂地和砂土上面的夏季降水，照例立

刻就被吸收下去，祇有部分的降水從砂丘上流失到盆地和其他的低地裏。同時，大面積砂地境界內幾乎沒有一點地面逕流。

大面積砂地內沒有地面逕流，也與砂地的地形特點（有着很多不能排水的各種形式的窪地、深凹地和盆地）相聯繫着的。

春天融雪時，冬季的降水（雪）同樣被砂土很好地吸收下來，這是因為砂土比黏壤土和黏土解凍得快，透水性高。

砂地的持水性（即保持水分的能力）是不好的。砂地和砂土在上面腐植層中的田間持水量¹⁾祇在5%到11—12%之間；因此，降落到砂地上的大部分降水不能被保持在土壤的根系分佈層中，而流入到土壤的深處，通常是到達地下水。祇有一定量的水分被阻攔水分黏壤土間層和砂壤土間層所保持下來。

在草原地帶條件下，砂地的這種性質是不好的，因為砂地不能夠很好地在根系分佈層內保持水分。另一方面，由於砂地透水性好而持水性低，半沙漠和沙漠的疏鬆裸露砂地是淡地下水的蓄積者，因此，這些砂地和草砂地與堅實砂地比較起來，總是濕潤的。

在草原地帶，不僅是裸露砂地，而且草砂地甚至於砂土和輕砂壤土，都為春水和夏季暴雨所浸透，一直浸透到地下水為止，盆地和低地的地下水積蓄到臨近於地表，以致往往形成小池塘。

由於大面積砂地的蓄水作用，由於草原地區的砂地特別是頓河砂地和德聶泊爾河砂地，都位於河流沿岸特別低的分水嶺上，這裏在許多場合下，是有淺地下水，這就有可能栽培一些如樺木、楊樹、柳樹和赤楊等需要水分的喬木樹種。

除田間持水量以外，還必須要知道與田間持水量相反的數量即凋萎濕度或“死的”貯水量，也就是植物所不能利用的不可給態水的水分數量（對乾土重量的百分比）。

根據實際貯水量與凋萎濕度的差數，以確定土壤中當時植物的有效貯水量。

1) 在自然條件下，土壤經過充分的濕潤和過多的易流動的水分之後，長期所能保持實際上呈不流動狀態水分的性能，謂之田間持水量（多爾果夫，1948年）。

原來，砂地和砂土的凋萎濕度是最低的，所以砂地中的水分差不多都能被植物所利用。這是砂地和砂土的優良特性；其實，例如黏壤土，其凋萎濕度達到相當大的數量，因此遠不是所有的水分都能為植物所吸收到的。

凋萎濕度實際上接近於最大吸濕量¹⁾，所以通常以 1.5 倍的最大吸濕量來計量凋萎濕度。

愈是細粒土壤，吸濕量愈高，凋萎濕度的數量愈大。Н. В. 鮑里亞科夫²⁾ (Поляков) 教授引證了土壤性質和最大吸濕量之間的如下依賴關係：

土壤類別	最大吸濕量
粗砂.....	0.5
細砂.....	1.5
砂質黏壤土.....	3.5
黏壤土.....	7.8
黏質黏壤土.....	11.8

在砂地內水分的毛管上升是不大的。根據我們在頓河疏鬆砂地的觀測，地下水毛管濕潤的高度不超過地下水位以上的 50—60 厘米。

這樣就阻止了砂地和砂土內的水分蒸發，促使了砂地和砂土保持大量的地下水。根據同一原因（弱度毛管作用），砂地和砂土表面的水分蒸發，比黏壤土和黏土要弱得多。這種性質在極大程度上是由砂地的機械成分來決定的，並且隨着黏粒和粉粒混合物的增加，砂地的毛管上升高度和蒸發量則劇烈增高。

在另一方面，由於弱度毛管上升，使得很多喜濕喬木樹種和草本植物在砂地上發育不起來。在丘陵起伏的砂地和崗陵的疏鬆砂地上，甚至像歐洲赤松這樣的抗旱樹種，也不能發育向深處伸展的根系，所以它就不能接觸到不深的地下水（深 4—5 米），這是因為歐洲

1) 土壤從空氣中吸收和保持氣態水的最大數量，謂之最大吸濕量。最大吸濕量是在實驗室內以水汽飽和空氣的方法，計算對乾土重量的百分比來測定的。

2) Н. В. 鮑里亞科夫：“土壤改良的土質學基礎”，國立農業書籍出版社，1933。

赤松的根系僅僅發育在最上面的腐植質層和較濕潤的土層內，不能伸展到把地下水和地表分隔開來的不容水的乾砂層。

除草原地區的砂地上述水的性質而外，砂地中阻攔水分的砂壤土間層和黏壤土間層也有着相當重要的意義。在砂地中各種機械成分的土層相互交錯的情況下，在間層上甚至易於流動的水分也被蓄積下來，形成在頓河砂地春天和夏季上半季時常出現的所謂上棲地下水。這種上棲地下水差不多都能為植物所利用。

必須指出，所有上述的砂地水的性質，在極大程度上取決於大面積砂地、每一塊個別的地段和下列的因素：砂土的特性和結構、地形、土壤和底土中阻攔水分的間層的存在以及砂土表層的狀況。

從這一點來看，在頓河砂地裏面，由砂質階地向泛濫地過渡的地段及具有深 1.5—2 米¹⁾ 地下水位橢圓形砂丘之間的低地，有着最好的水分保證性。但處於淺低地和平坦地段上的砂壤土，在它的剖面上 70—100 厘米深處具有堅實的“澱積”層（砂壤土-黏壤土間層）以及阻攔水分的比較深的黏壤土間層，甚至地下水的深度在 5—6 米的情況下，也還有能保證松樹有效生長的優良水分性質。

這種砂壤土當它腐植質化（гумусированность）時，有比疏鬆的風移橢圓形砂丘較高的田間持水量，而凋萎濕度則比後者高不了多少。這裏，由於有具有這種有效水分的深厚土層，在這種土壤中的有效貯水量不僅在百分比上，而且在總量上都要高得多。在這種土壤條件下，根據我們的測定，上面 1 米深的土層內的有效貯水量達 12.6 毫米，而在疏鬆的風移橢圓形砂丘上則不超過 60 毫米。此外，在肥沃的砂壤土上，松樹和其他樹種的根不僅能在最上面的土層內（30—40 厘米）發育起來，並且還形成了一些由於充足的土壤濕度向深處伸展而發育起來的主根，這些主根甚至達到 5—6 米以下的永恆地下水位。這裏，松樹林分達到最高的生產率，30—35 齡松樹林分每公頃的材積蓄積量達 280—300 立方米，根據它的生長狀態，幾乎與地

1) 另一方面，裸露出古代沖積砂的個別風蝕盆地，甚至地下水深在 1.5—1.7 米的情況下，但由於土壤中的水分含量低，松樹在上面生長不好（侏儒症）。

下水位在 1.5—2 米情況下發育起來的松樹林分沒有什麼差別。

在另一種情況下，疏鬆的半草橢圓形砂丘和草橢圓形砂丘，它們能够很好地吸收雨水和雪水（融解水），並能把它蓄積到土壤的深處，但在它們的剖面上缺少砂壤土間層和黏壤土間層，松樹在它們上面僅僅在不到 1.5—2 米的深處發育着表層根系，因而這種根系却達不到深 1.5—2 米的地下水（甚至還要淺些）。在這種場合下，松樹林分的生產率是低得多，30 齡的林分，每公頃的材積不超過 100 立方米。

根據我們的測定，砂壤質黑鈣土型土壤的春季浸潤（влагозарядка），大量產生了草橢圓形砂丘中的貯水量，無論是從總量上看，或是從對植物的有效水分來看。所以在夏季期間，砂壤土上的植物比疏鬆的砂地上的植物有着更好的水分的保證，這從表 1 材料中可看得出來。

從表 1 中可作出如下結論：

1. 砂壤質黑鈣土型土壤的持水量大大超過於草橢圓形砂丘，因為這個緣故，對植物的春季有效貯水量前者比後者至少要高 60%，在 2 米層內的總貯水量要高 80%；

2. 在上半年（4 月、5 月、6 月），砂壤土有比具有風移土壤的橢圓形砂丘要高得多的有效水分。砂壤土 2 米層內四月的有效貯水量和橢圓形砂丘比較起來，要多 70 毫米，在 1 米層內要多 37 毫米。因為松樹的生長主要是 4 月、5 月和 6 月，在砂壤質黑鈣土型土壤的條件下，如果營養條件良好（腐植質和黏粒的含量高），有效貯水量的增加對松樹的生長是有良好影響的。

3. 砂壤土從 7 月才開始強烈的乾燥，到 9 月，砂壤土的有效貯水量才變得和草橢圓形砂丘相同的情況。但是，這種乾燥，對早在 6 月就停止高生長的松樹林分，實質上沒有什麼影響。

表 1 材料證實，改善砂地水的性質及腐植質與細土的存在度（наличие）——保證砂土的一般肥力的主要因素——是有巨大的意義。

所列舉的例子很清楚地表明，砂地的濕潤條件是有許多原因決

表 1 頓河砂地中水的性質和貯水量

砂地類型、土壤結構及松樹林的特徵	各層 的 最 大 吸 濕 量 (%)	田間持水量 (毫米)	1948年實際貯水量(毫米)											
			總貯水量			有效貯水量								
			四 月	六 月	九 月	一 米 層 內	一 米 層 內	一 米 層 內	一 米 層 內	一 米 層 內	一 米 層 內	一 米 層 內	一 米 層 內	一 米 層 內
砂質階地低部的砂壤質黑鈣土型土壤。 地下水位 5.8 米		148 272	126	256	61	149	43	75	96	119	31	88	13	57
土壤結構: (1) 輕砂壤土, 深度 0—0.8 米 (腐植質 2%, 黏粒 10%)	1.36													
(2) 紅褐色輕黏壤土, 深度 0.8—1.35 米	3.89													
(3) 疏鬆的白砂, 深度在 1.35 米以下... 草橢圓形砂丘。具有厚 0.5 米弱形成 的風積土壤的平坦砂丘頂。 地下水位 6.5 米	0.68													
土壤結構: (1) 弱腐植質化的砂, 深度 0—0.8 米 (腐植質在 0.5 米以下)	0.98	82 155	74	141	36	82	29	76	59	117	21	58	14	52
(2) 含有少量黏土的砂	0.87													
(3) 疏鬆的淺黃色砂, 深度在 1 米以下...	0.57													

30 年的林分, 平均直徑 16.8 厘米, 平均高度 15 米,

每公頃的材積蓄積量 261 立方米。

22 年的林分, 高 6.2 米, 平均直徑 7.2 厘米, 每公頃的材積蓄積量 75 立方米

(附註) 1. 田間持水量是在淹浸(灌水)之後, 經過一晝夜, 用逐層測定濕度的方法確定出來的;

2. 有效貯水量是總貯水量中, 減去一倍半的最大吸濕量(當作植物所不能利用的不可給應水)確定出來的。

定的，對砂地造林有意義的水的性質是與砂地的其他性質，首先是土壤的特性完全相協調的。由此可見，砂地和砂土的一般肥力，與其說取決於地下水的深度，不如說取決於使土壤肥沃的腐植質、土壤的機械成分及與其相聯繫的土壤持水量、土壤的結構、地形以及植被的狀況。

一般說來，在草原條件下，砂地和砂土的濕度條件比與其相隣接的黏壤質南方黑鈣土和暗栗鈣土，對植物的生長和發育要有利的多。甚至在格羅茲內省阿契庫拉克砂地和與裏海半沙漠交界的淡栗鈣土地帶，在砂地上可用黑楊（具有淡地下水的較濕潤的疏鬆砂地）、洋槐（草砂地和淡栗色砂土）和其他樹種能够培育成很好的林分。

在最差的場合下，砂地濕度大以及疏鬆的流動砂地蓄積地下水幾乎就成為砂地造林成功的唯一條件。

固砂造林的歷史

И. С. 帕爾拉斯的著作¹⁾是報道一些東南部砂地情況的第一本書。根據他的材料，在十八世紀的 80 年代，那倫砂地具有着淺地下水，土壤的含水量很高，當時是一個為花草所裝飾的綠色草原。

大約經過了一百年，由於無節制的放牧的結果，這個砂地遭受到破壞而變成了流動砂地。

在伏爾加河下游與烏拉爾河之間的半沙漠地區，以布克也夫草原的名稱而著名。根據 Б. Н. 謝莫夫斯基報道²⁾，布克也夫草原的砂地破壞開始於前一世紀第 20 年代左右，當時牧場的破壞作用與流砂形成作用是強烈的。例如，1819 年每公頃的土地負擔 1.08 頭牲畜放牧，而 1828 年為 2.68 頭，1839 年為 3.43 頭，至 1852 年提高到 4.22 頭。砂地破壞最厲害的時期是在 1850—1870 年間。至 1873

1) И. С. 帕爾拉斯：“俄國各州旅行記”卷 3，上部，1788。第 114—115 頁。

2) Б. Н. 謝莫夫斯基：布克也夫草原由於砂地破壞的經濟簡史，栽培植物開墾沙地問題，第三段，1935。

年每公頃負擔 4.45 頭，以後，這樣重的負擔量是下減了，砂地的破壞作用停止了十年。但是，從 90 年代起砂地又重新開始遭受破壞，並且繼續不斷地增強。

М. А. 奧爾洛夫¹⁾引證了阿斯特拉汗半沙漠資本主義經營的後果的實例。到十九世紀末期，阿斯特拉汗半沙漠地區，其面積 2000 多萬公頃中，就有了 400 萬公頃左右的流砂地和 400 萬公頃左右的半固砂土（полуразбитые песчаные почвы）。1910 年以前，砂地每年要增長 4 萬多公頃。

“流砂前哨，——М. А. 奧爾洛夫說道，——引起了一系列不良的後果。例如，被利用的土地差不多減縮了一半，飼養的牲畜總數減少了，牧草與穀類作物的收穫量降低了，道路、河川、居民點以及伏爾加河浸水地和三角洲的有價值的農業用地與產魚地，極其嚴重地遭受着日益迫近的流砂的有害影響”。

И. И. 屠斯卡也夫指出²⁾，在十九世紀末和二十世紀初，切里克省流動砂地的面積是擴大了。例如，由於過度的開荒和無節制的放牧，僅僅在五個村莊附近，流砂地面積平均却增長了 7%。

此外，森林也遭受了嚴重的破壞。根據 М. И. 波波夫（Попов）報道，在雷勃尼茨河流域，自 1778 年到 1860 年這個期間，森林的面積減少了 74%。自 1890 年到 1908 年這 18 年裏，奧爾洛夫省被消滅的森林面積達 61,600 公頃，沃龍涅什省達 25,600 公頃。М. Е. 特卡欽科教授指出，在沃龍涅什省的某些地區，由於砂土上的森林遭受砍伐的結果，砂地面積在 100 年之內却增大到 10 倍。像這樣類似的例子是很多的。在資本主義的俄國時代由於這樣不合理的利用結果，使數十萬公頃的砂地變成了流動砂地，給農業、居民點、和其他對象帶來了巨大的損害。

1) М. А. 奧爾洛夫：“阿斯特拉汗半沙漠地區，固砂及經濟利用的方法”，莫斯科，第 12 頁，國立林業技術出版社，1940。

2) И. И. 屠斯卡也夫：“切里克省流動砂地及同其鬥爭簡史”，在諾沃契爾卡斯克城北高加索第一次代表大會文獻，1914。

固砂造林已有 150 年以上的歷史。早在十九世紀初期 (1808 年), 在包括在前哈爾科夫省耕地區域之內的北頓涅茨河沿岸的流動砂地上, 達涅列夫斯基在現場上直接用播種的方法培育松樹。用播種的方法營造松林的結果是非常良好的。用達涅列夫斯基的方法有效地培育松樹, 成為戰時移民管理局在乾草原和砂地上營造森林的榜樣。在 1817 年, 哈爾科夫省的戰時移民在事先用尖葉柳約已固定的流砂地上, 有組織地進行了培育松樹的工作。正像 Н. Н. 斯切帕諾夫所指出的那樣, 戰時移民地閒空地方的造林工作靠村民的義務勞動來進行的, 也就是說, 利用成千移民無報酬的義務勞動進行播種和植苗培育森林。就採取這種強制性的方法却造成了幾千公頃的森林。

從 1830 年到 1834 年, 在敖德薩附近進行了砂地造林工作。在 1843 年, 阿列什闊夫砂地開始了固砂工作, 迄 1887 年止, 用尖葉柳所固定的砂地面積達一萬一千公頃。在阿列什闊夫大面積砂地 (德聶泊爾河下游大面積砂地) 的某些地方, 栽植了一些比較有價值的樹種——橡樹、白蠟樹、洋槐、大量的克里米亞松和少量的歐洲赤松。根據 И. А. 波爾特喀維奇的材料, 以純林形式所營造的森林, 其結果是良好的。

在十九世紀 40 年代的初期, 徹爾尼科夫省開始了固定流砂的工作。砂地造林工作是強迫農民來做的。Э. Э. 喀爾恩 (Керн) 曾舉出這樣一個例子。當時, 農民拒絕這種無報酬的砂地造林工作, 而受到縣區警察署長“惡毒的鞭打”。農民不願意從事這項工作, 因為他們在今後得不得一點木材。

必須指出, 沙皇政府根本不傾聽人民的呼聲。譬如, 在地方省務會議上, 常常有關於整頓砂荒地區經營利用的建議, 其中有的提議責成砂地佔有者限定放牧地段的利用, 必要時, 禁止刨掘生長森林的砂地面。所有這些建議都不能得到沙皇政府的支持, 因為這個政府的政治, 就是為地主和資本家的利益服務的獨裁政治。追求利潤的地主和富農, 他們用無節制的放牧、過份的開荒和濫伐森林等方法來掠

奪性的利用砂地。

從上一世紀 80 年代起，斯大林格勒省的阿爾察津砂地（頓河支流的美德維季察河左岸）開始進行造林。林學家 П. 謝爾格耶夫（Сергеев）將這砂地營造森林的過程分成三個時期：

第一個時期	1880—1884 年
第二個時期	1885—1893 年
第三個時期	1894—1910 年

在第一個時期裏，植林是帶有試驗性的性質，是以各種各樣的混交方式來進行營造的。在栽植點的各種配置下，松樹與橡樹、樺、榆和楊進行混交。

第二個時期有如下的特點：

1. 比較有把握的進行大規模地造林；
2. 造林地預先必須進行開荒的；
3. 造林樹種根本沒有進行混交，但考慮到它們的生物學特性。

第三個時期是砂地造林最順利的時期。П. 謝爾格也夫指出，這個時期以前的工作有“三個原則”，它是有效地進行造林的鞏固基礎。這三個原則是：

1. 植林地段事先進行全面的整地；
2. 經常的除草和鬆土；
3. 及時地進行幼林補植。

上世紀 70 年代，在沃龍涅什省爲了保護巴甫洛夫斯克城，在飛砂地上首次進行栽植尖葉柳。有些農民團體也模仿了城市的範例。後來就着手營造喬木樹種組成的林分。砂地造林的結果並非全部都是良好的。照例，松樹人工林的狀態是很好的。А. А. 尼基廷（Ники́тин）指出，在半草砂地和草砂地上所栽植的榆、白蠟樹、橡樹產生了不好的結果。在全面開墾的砂地上栽植的楊樹（柏林楊、加拿大楊、苦楊、鑽天楊）插穗，在頭幾年中生長得很好，後來當樹高高達 3.5—4 米之後就枯乾了。

在 1890 年，在烏爾金砂地（西哈薩克斯坦省）上設立了納倫施業

區。正如 Т. Ф. 雅庫波夫 (Якубов) ¹⁾ 所報道的那樣, 施業區初期的主要任務如下:

1. 在流砂飛揚最危險的地方, 限制和禁止家畜放牧;
2. 保護現有的灌木叢, 限制和禁止砍伐;
3. 調整割草;
4. 在烏爾金村鎮附近的流動砂丘上栽植尖葉柳, 同時, 爲了培育栽植材料(苗木)而建立苗圃。

Т. Ф. 雅庫波夫的調查表明, 栽植在納倫施業區橢圓形砂丘之間的盆地裏的喬木樹種(松樹、赤楊、洋槐、鑽天楊、蘋果、梨、櫻桃等), 或多或少有效地在生長着。

20—25 齡的松樹和赤楊林分顯示出, 它們具有非常良好的質量, 對於經濟利用來說是很適用的。

在上一世紀的 90 年代, 切里克-庫姆砂地開始栽植尖葉柳和黑楊進行固砂造林。在預先經過整地的草砂地上, 栽植了洋槐、夏橡、白蠟槭、杏、蘋果等闊葉樹種, 造成混交林和純林。

十九世紀 90 年代以前, 固砂工作進行得很緩慢。從 90 年代起, 砂荒造林才開始活躍一些。鑒於流砂面積大大的增長, 在 1898 年, 林業廳 (Лесной департамент) 在許多省份裏着手砂地造林工作。

從 1898 年到 1917 年, 各省共栽植尖葉柳 66,100 公頃, 松樹 18,300 公頃, 闊葉樹種 4,300 公頃。根據上面所引證的材料可以看出, 在資本主義的俄國時代, 把主要的注意力是放在營造尖葉柳“林子”方面。當然, 這種“林子”無論是從它的生產率和生長方面來看, 或是從它的壽命來看, 都不能夠起有價值的林分的作用。

А. В. 柯斯加也夫 (Костяев) 指出, 關於固定阿斯特拉汗砂地的問題早在 1876 年就發生了。在 25—30 年之內才設立了一個委員會, 蒐集有關砂地的面積及其危害性等方面的材料。這種工作是坐在辦公室內用詢問的方法來完成的。從 1904—1905 年才開始栽植

1) Т. Ф. 雅庫波夫: “西哈薩克斯坦的烏爾金沙漠地區”, 蘇聯科學院土壤研究所沙漠區的工作, 1935。

尖葉柳，並且 70% 的費用由農民負擔，而其餘的 30% 則由省管理委員會負擔。因此，固砂工作進行得很緩慢。

應當指出，林業廳雖然對固砂造林工作引起了一點活躍，但畢竟還不能組織起以終止流砂地的增長和安排流砂地合理利用的固砂工作。在資本主義俄國的條件下，固砂工作不能夠展開的主要原因如下：

1. 由於地主-資本主義制度，統治階級專政的沙皇俄國不關心固砂造林的工作。國家撥給極少的經費，因此，固砂造林工作主要是靠強迫農民的勞動和吸取農民的力量來進行的；

2. 沙皇政府對大地主不採取重大的行政辦法，不提出對合理利用砂荒的要求；

3. 工作的進行是無計劃的，形成自流，與區域、省和國家的經營經濟不相協調；

4. 固砂造林的工作範圍，落在砂地面積增長量的後面許多倍。不與引起流砂發生和發展的原因作鬥爭。

5. 在地主-資本主義的俄國時代，固砂造林工作主要是靠栽植尖葉柳來進行，以後並未在尖葉柳下進行造林。這種尖葉柳“林子”，無論從它的壽命方面，或是從它的生產率及經濟價值方面來看，是不能起有價值的防護林的作用；

6. 廣泛地展開科學研究工作的條件是沒有的。在革命前的俄國時代，在固砂造林方面所取得的成就，都應當歸於人民的俄羅斯林學家和實踐者的創造性的勞動和毅力。

7. 資本主義制度不能夠擔負起解決這一問題的任務，因為由於對砂地不合理的經營利用，資本主義本身就成為流砂地發生和發展的先決條件。

祇有在蘇維埃政權的條件下，從偉大的十月社會主義革命之後最初年代起，才真正地開始了固砂造林的巨大工作。根據 Ф. 阿維里亞諾夫 (Аверьянов) 材料，在阿斯特拉罕砂地上所完成的固砂面積，1916 年為 556 公頃，1920 年為 4,823 公頃，1921 年為 6,232 公頃。根

據 M. A. 奧爾洛夫報道,在 1919—1932 年間,阿斯特拉汗砂地簇播砂燕麥的面積達 29,240 公頃,沿河岸地帶設立行列式機械砂障和壓草式機械砂障的面積達 1,614 公頃,應用機械砂障播種和栽植灌木樹種的面積達 1,217 公頃。由於固砂工作的結果,到 1932 年末,阿斯特拉汗砂地幾乎有 80% 的面積變成了草砂地。在十四年(1918—1932 年)期間,砂地長草過程的速度每年為 5%,而從 1904 年開始到 1917 年為止,阿斯特拉汗砂地長草的速度平均每年約為 2%;草砂地和半草砂地祇佔整個砂地的 30.5%。在集體農莊制度勝利之後,在幾個斯大林五年計劃的年代裏,砂地造林工作開始有了大規模的發展。十年(1930—1940 年)之內,砂地造林的面積達 215,000 公頃。在沙皇俄國時代,一百年內的砂地造林面積祇有蘇維埃俄國上述十年內的一半多一點。此外,蘇聯中央亞細亞各共和國,對於砂地固定及砂地的經濟利用進行了巨大的工作。

大家都知道,流砂給鐵路帶來了巨大的損害。流砂掩埋了路基,阻礙了火車的行駛。爲了和這種禍害作鬥爭,決定以綠化林來進行固砂。根據 A. A. 霍德若也夫材料¹⁾,梁贊—烏拉爾鐵路的固砂機關 40 年來工作的結果,在原先爲裸露的砂地上營造了面積達 2,850 公頃的喬—灌木林,多年生草固定的面積達 4,120 公頃(其中自然固定的佔 40%)。用植物固定流砂的工作得到了良好的成效。關於這個問題, A. A. 霍德若也夫寫道:“路基遭受風蝕的情況早已把它忘掉了,在那個時候,鋼軌和枕木變成了棚架;爲了使客車通過被砂所掩埋的站路,用人工和帶有鐵鍬的工作隊隨同客車以清除鐵路上的砂堆的情況,已成為傳說的故事了;關於開行慢車(每小時行四公里)的固定警報和有時候砂堆封鎖站路的警報,早已就停止了;有個時候,在鐵路附近專門爲清除鐵路上的砂堆而設立的固定工作隊早被撤消了;車輛被砂損壞的情況早已經沒有了。”

在蘇維埃社會主義經濟的條件下,對於砂地利用所採取的辦法和實際措施,與資本主義時代相比是完全不相同的。蘇聯政府和聯

1) A. A. 霍德若也夫:“同鐵路上砂堆作鬥爭法”第 74—88 頁,1947。

共(布)中央對固砂造林的問題,予以極大的注意。這可以從蘇聯部長會議和聯共(布)中央於1948年10月20日所通過的斯大林改造大自然計劃中明顯地看得出來。根據這個計劃,僅僅在1949—1955年間,固砂造林的工作規模達322,000公頃。計劃規定,到1965年,將蘇聯歐洲部分草原地區和森林草原地區的全部砂地,都要進行固砂造林。這個數目字就其規模與速度來看是個巨大的工作。製定這樣的固砂造林的工作規模是人類歷史上最大的措施之一。蘇聯人民對於斯大林改造大自然計劃是非常興奮的。蘇聯林業部在1949年已經進行的固砂造林面積達32,800公頃,即完成了原定計劃的146%。

現在,由於斯大林格勒水電站和卡霍夫卡水電站的建築,由於裏海低地、烏克蘭南部地區及克里米亞草原的灌溉,砂地造林及其經濟利用的工作規模,更加擴大了。

由於農業進行廣泛的機械化的集體農莊制度的存在,這就保證了砂地按照整個國家和集體農莊的利益,進行各種形式的農林土壤改良工作而有着廣泛的、有計劃的發展的無限可能性。

蘇聯的科學研究工作與社會主義建設的實踐密切地相聯繫起來的時候,它就處於人民大眾的創造力無窮無盡的這樣良好的情況之下。

這一以李森科院士為首的米丘林學說,促使了斯大林改造大自然計劃的順利完成。1950年,在蘇聯歐洲部分草原地區和森林草原地區,在造林實踐中首次應用李森科院士的簇播法播種了橡實。

米丘林-李森科學說是有着極其重大的意義,它照耀着林業科學前進的道路,它動員着科學工作者和林業工作者們,從經營的合理性出發,用改變外界環境條件的方法,用別種促進作用的方法,積極來干涉森林生物學。

現在,永遠也是這樣,農林土壤改良學是建立在牢固的基礎之上,因為它的發展道路是由進步的、唯物的、米丘林的先進生物科學來決定的。米丘林-李森科學說在林學上開闢了草原造林的新時代。

砂地的經濟利用

在社會主義農業的條件下，進行砂地利用，要能防止流動砂地的發生和發展。從這一點出發，把砂質乾草原分配作放牧地時，每一塊砂質地段要根據牧草層的發育情況、牲畜種類和放牧時期來確定放牧標準。砂地是按上述原則開墾作栽培農作物和進行造林之用。在長着林分的砂地上，要建立林業經營的制度，以保證砂地的固定與防止流動砂地的發生。

砂地除用作發展畜牧業以外，還可以栽培瓜類作物、穀類作物、蔬菜作物、果樹、葡萄和飼料作物。砂地廣泛地用之於造林。

在砂地選擇任何一種經濟利用時，應當遵循這塊地段栽培上述作物適合而且是有利可圖的方針。換句話說，在決定每一塊砂地利用問題時，必須要從經營的合理性出發。為此要注意如下的原則：

（一）頓河砂地和德聶泊爾河砂地

1. 固定的砂壤質黑鈣土型土壤和砂質黑鈣土型土壤，在林帶的保護下，在擴大多年生牧草和一年生牧草栽培的輪作中，應當主要的用之來栽培農作物。這類土壤較好的地段可用作葡萄園和果樹園（德聶泊爾河下游砂地和頓河下游砂地），祇是那些最貧瘠的砂地應當進行造林。

2. 具有良好生長條件（有被埋土壤、黏壤土間層和淺地下水）的低橢圓形流動砂丘和草砂丘（小橢圓形砂丘），在進行營造森林的情況下，可利用作葡萄園和栽培果樹，在補播牧草以改善牧草層的情況下，可作放牧之用。

較壞的地段（大部分的頓河低橢圓形砂丘和部分的德聶泊爾河下游低橢圓形砂丘）可營造片狀林（大面積森林）。

3. 高橢圓形流動砂丘與草砂丘和中橢圓形流動砂丘與草砂丘，主要是沿着盆地和丘坡（自砂丘三分之二以下開始）營造團狀林，局部的可作放牧之用。

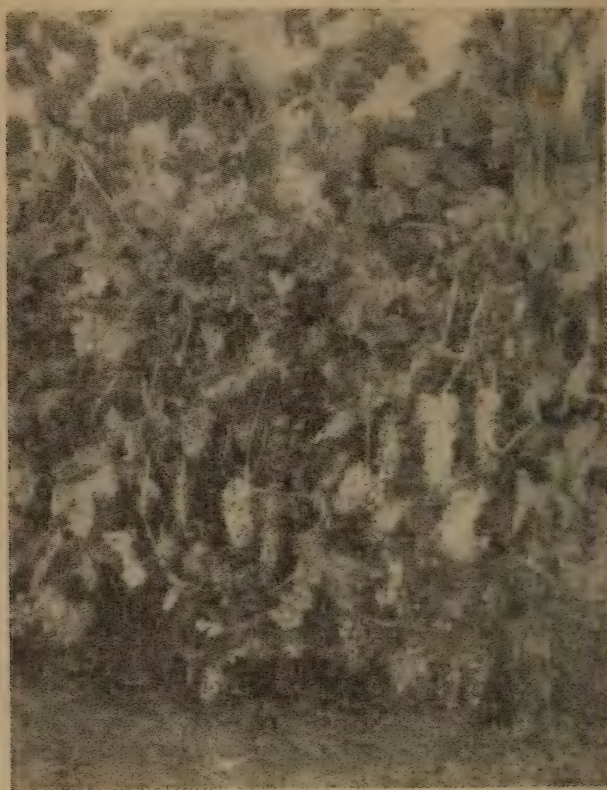


圖 2 結着實的葡萄叢，普列切斯契克品種。全蘇農林土壤改良科學研究所奧勃利夫試驗站（德聶泊爾河下游砂地）。

（二）裏海砂地（阿斯特拉汗砂地和切里克-庫姆砂地）

1. 本地區的砂地，在營造團狀防護林和叢狀防護林的情況下，主要是廣泛發展畜牧業的基地。

2. 切里克-庫姆砂地某些地區土質較好的地段，在林帶的防護之下，可栽培葡萄、飼料作物以及其他有價值的作物。

砂地這種綜合性利用，為斯大林改造大自然計劃和發展集體農莊與國營農場產品畜牧業的計劃所規定的。

根據蘇聯政府和聯共（布）中央所規定的這些具體任務，在黑土草原和諾蓋草原中許多砂地的季節性牧場上，造林植林具有非常重要的意義。牧場上保護牲畜免受冬天的寒風和雪暴的避風所，即是林分的種類之一。

確定固砂造林工作的順序時，必須以蘇聯部長會議和聯共（布）中央 1950 年 4 月 20 日的決議為指針。在這個決議中指出，固砂造林工作應當首先在流砂直接威脅集體農莊和國營農場田地的地方進行。

在砂地利用為任何一種形式的農作物或造林以及畜牧業的問題中，應當採取保證土壤肥力不斷提高的措施。應當擴大多年生牧草尤其是荳科牧草（羽扇豆、苜蓿等）的栽培，實施保土草田輪作，使砂地變成為最肥沃的農耕地。

半沙漠地帶（裏海砂地）的砂地進行經濟利用時，為了砂地的經常的有效產量，需要保留一部分裸露砂地作為蓄積淡水的倉庫。為此，M. A. 奧爾洛夫曾對阿斯特拉汗半沙漠的砂地建議空留出 8—12% 面積的裸露砂地（非草砂地）。

第二章 固砂方法

預 防 措 施

砂地區域的任何經營要以預防和排除流砂發生的可能性為原則。

不用說，植被在牲畜的強烈地踏毀之下，砂土地却被破壞而變成飛散的流砂地。為了避免這種現象的發生，為了更好地對砂土地進行經營利用，必須要規定單位面積內放牧的負擔。放牧場應劃分為按時期利用的放牧地段，換句話說，就是要把放牧場劃分成輪牧地。在不可能遵守輪牧的情況下，必須要規定放牧地段的放牧順序。至於每一塊砂土或砂壤土地段或區域，根據其植物羣落的種類、草層發育的程度、放牧期的期限和牲畜的種類，來確定牲畜放牧的負擔定額。關於砂地上列入畜牧業的用地，М. А. 奧爾洛夫 (М. А. Орлов) 對於阿斯特拉汗半沙漠規定如下：

1. 放牧地 (60%)；
2. 飼料刈草地 (20%)；
3. 後備地 (10—12%)；
4. 用水的裸露砂地 (8—10%)。

根據 М. А. 奧爾洛夫的材料，對於阿斯特拉汗半沙漠來說，牲畜放牧的負擔定額（按用地和年限）可在下列範圍之內：禾本科芨芨草屬 (*Achnatherum* Beauv.) 草叢為 8—12 公頃；白蒿為 6—8 公頃；藜科法國菠菜屬 (*Atriplex* L.) 為 3—5 公頃；Суранная растительность 為 5—8 公頃；粗莖蒿 (бургун, чагыр) 為 18—22 公頃。在所有用地的半沙漠草砂地上，牲畜放牧的定額在八個月內平均一頭牛需要 10 公頃面積。

正在起作用的、威脅着經營對象的流砂發源地，以及真正地還存在着出現流砂危險的地方（從這裏，各種不同的經營形式可遭受到危害），必須要暫時地停止經營利用，並在一定期間不容許牲畜放牧和作其他形式的利用。

爲了防止流砂的形成，B. 帕列茨基提出一個極其有價值的預防方法，這個方法在於禁止利用裸露砂地和不分散砂土草原的邊界上的植物，因爲砂地的移動通常是從這個境界線開始的。

爲了防止堆砂現象，沿着運輸道路、灌溉渠和在村落周圍的必要地方最好確定一條寬 1—2 公里的嚴禁地帶，以禁止牲畜放牧和砍刈柴草。

森林在固砂上起着巨大作用。經驗證明，森林皆伐和拔掘樹根的結果，土壤裸露，砂地則成流砂。砂地森林中，一切林業經營措施應保證森林的穩定性和持久性提高，而不能變成爲流砂發生和發展的原因。鑑於從 1949 年起真正地開始大規模砂地造林，在整地時必須要採取一切預防方法，以避免砂地的風蝕。

但是，砂地上目前的經營實踐不是隨時地注意到其正確的利用。例如，在切里克-庫姆砂地上的一些畜牧業國營農場，根據我們在 1950 年的觀察，他們嚴重地破壞了其利用當中的草砂地，並且在他們的土地上開始出現了大面積分散砂地。

種 草 固 砂

用種草的方法固砂，應廣泛地運用在集體農莊和國營農場的實踐當中，因爲種草不僅是爲了固砂，而且還能爲集體農莊-國營農場的畜牧業建立良好的飼料基地。

蘇聯部長會議和聯共（布）中央在 1948 年 10 月 20 日關於護田林帶計劃的決議中指出：“爲了迅速地固定流砂起見，責成林業部，阿斯特拉罕省、格羅茲內省及斯大林格勒省執委會和黨省委員會，斯達維羅寶里邊區執委會和黨邊區委員會要保證在砂地上廣泛地播種高粱-宿根高粱、沙漠鵝冠草及其他草類，以使砂地變成爲放牧場和刈

草地。”

必須指出，不僅在列舉的省內，而且在其他的省內，乾草原和森林草原地帶有着許多未被利用的砂地，這些砂地如果運用恰當的辦法可以使其變成爲放牧場甚至刈草地。

爲此，必須在砂地上廣泛地進行種草，或是在固定的砂土上補播草種以改善其草被。種草對於作爲畜牧業重要基地的裏海砂地更有重大意義。

斯大林改造大自然計劃中指出，種草固砂時需採用爲 А. И. 傑爾扎文教授在斯達維羅寶里的試驗地上所培育出來的多年生作物——高粱-宿根高粱雜交。

此種多年生的禾本科植物爲甜高粱和多年生宿根高粱的雜交種，高達3米，多汁。其強而有力的根系深深地伸展於土中，並能達到地下水。按時收割的綠色濕草可得良好的乾草，其種子爲家畜的寶貴飼料。

現在，格羅茲內省切里克-庫姆砂地和斯達維羅寶里邊區正栽培着高粱-宿根高粱草；在其他的較北地區，高粱-宿根高粱草就不能生長了，因爲其根莖不太耐寒。

對於培育高粱-宿根高粱雜交草，採用一般的中耕作物的農業技術，早春在翻耕過的土地播種，夏季在行間中耕。在半固定的砂土和砂壤土上，在堅實的草砂地少，高粱-宿根高粱雜交草每公頃可產乾草33公担。

在沒有生長植物的裏海流砂地上和弱度生長植物的裏海草砂地上，砂燕麥 (*Elymus arenarius* v. *giganteus* Schmalh) 是固砂的主要草類之一，它是多年生的禾本科植物，生長迅速，根系發育強壯。砂燕麥可利用作牧草和乾草。它在阿斯特拉汗砂地和切里克-庫姆砂地上發育得很好，但是，若用之固定裏海砂地和德聶泊爾河下游砂地，祇能適宜於較肥沃的低橢圓形砂丘（是由破壞的黑鈣土型砂土和砂壤土形成的）。砂燕麥固定爲白砂和黃砂所堆積成的高橢圓形砂丘是不適合的，因爲這些砂地是貧瘠的，淋溶的，它上面發育得很

壤。

在裸露的裏海砂地上，砂燕麥應該播種在盆地裏和砂丘的下部。在砂丘頂上和坡上部播種砂燕麥，由於風將種子吹到盆地和低地裏，是不會成功的。

砂燕麥的種子於7月間在自生密叢的地段上採集，並在秋季——9月、10月和11月播種。

播種砂燕麥有好幾種方法。例如在1931年，在半沙漠的切里克—庫姆砂地中部（格羅茲內省喀拉諾蓋斯克地區）用飛機播種了4,000公頃面積的砂燕麥，以進行試驗。這個試驗證明完全可採用飛機播種。

現在，在固定裏海砂地的情況下，是有利用農業航空飛機播種砂燕麥的廣泛可能性。飛機的播種定額每公頃為8—10公斤。

除飛機播種以外，還可以用鋤手播、騎馬（駱駝）播或步行播等方法來播種砂燕麥。手播通常是由二個工人組成一組進行工作，其中一工人用鋤作一深12—15厘米的土縫，另一工人在土縫內播入5—10粒種子並踩實。播種穴的安置為1×1米。這種方法每公頃播種定額是4—5公斤。為了使得種子更好地覆上土（如在飛機播種的情況下），最好將羊羣趕過已播種的地段。

在大面積播種時，砂燕麥應播種成50—100米寬帶，帶間寬也為50—100米。播種後應趕放羊羣來覆土，或者完全不覆土。

在播種地段上進行割草，最好是在播種2—3年之後開始，而牲畜放牧應在播種3年之後開始。

除播種砂燕麥之外，在砂地上還可以適當地引進有價值的飼料植物，例如沙漠鵝冠草（狹穗鵝冠草或西伯利亞鵝冠草 *Agropyrum sibiricum* Eich.）。在生長粗莖植物的分散砂地上，或是在稀疏的砂燕麥叢地段上，播種這些植物是比較適宜的。

在裏海地區，水井（牲畜的喂水處）周圍的地段通常為分散砂地和半分散砂地，這種情況就能促使砂以蓄積降水，保持井內的一定水位。因此，水井周圍的地段全面地播種砂燕麥以固定分散砂地，是不

恰當的。固定這種地段，最好地是播種一年生植物——蒺藜梗 (*Agriophyllum arearium* L.)。蒺藜梗固砂作用很好。它有着表層根系，但沒有像砂燕麥那樣使得砂地強烈地乾燥。播種蒺藜梗應在水井周圍半徑不超過 50 米的範圍之內進行。其種子在晚秋採集和播種，播種量每公頃為 0.5—1 公斤。

除固定分散的流動裏海砂地之外，在半分散的和微微分散的砂質淡栗色土與砂壤質淡栗色土上，必須栽培有價值的飼料植物，以改善其草被的成分。同時，不容許繼續破壞這些地段使之變成爲分散的流動砂地。

爲了改善裏海砂地的草被，必須播種沙漠鵝冠草、黃花苜蓿 (*Medicago falcata*) 和雜種黃苜蓿、驢食草 (*Onobrychis oxytropoides*) 和砂地膚 (*Kochia nipostrata*) 等草本植物。

在裏海砂地的極乾旱部分 (阿斯特拉汗砂地和庫姆砂地) 最好是播種沙漠鵝冠草和砂地膚，而在較乾旱地區 (格羅茲內省切里克砂地) 必須混播多年生草——沙漠鵝冠草、黃花苜蓿和雜種黃苜蓿及驢食草屬。在切里克-庫姆砂地的半固定砂土和砂壤土地上，應廣泛地播種高粱-宿根高粱雜交草，關於這一點在上面已指出過。

頭二年，播種地可用作割草，以後可用作放牧。

在進行播種鵝冠草、苜蓿和驢食草屬的半固定砂土及砂壤土上，爲了使它們長得很好，實行寬 5—8 米帶狀整地，未開墾的帶間其寬度也爲 5—8 米。

播地在春天進行 (春耕休閒)。鵝冠草 7 月採種，夏末或秋季播下；砂地膚 10 月採種，曬乾後於晚秋播下。

鵝冠草播種定額每公頃爲 6 公斤 (純種子)，而砂地膚爲 4—6 公斤，混播時，二者各爲一半混合之。

在分散的流動砂地上播種，設置機械砂障能够獲得優良成績。在乾草原砂地上 (頓河砂地和德聶泊爾河砂地)，栽種草以改良牧場的問題也是非常重要的，但還沒有加以充分地研究。

在乾草原的橢圓形砂丘上，必須要進行栽培鵝冠草、苜蓿、驢食

草、羽扇豆及其他有價值的草本植物的試驗工作，因為這些砂地上的草被是由粗糙的很少能吃用的雜草所組成的，需要加以改良。

全蘇農林土壤改良科學研究所奧勃利夫試驗站 A. T. 米赫耶夫在齊爾河砂地（頓河砂地）上的試驗證明，在整地無覆蓋播種和播種撫育的條件下，苜蓿在輕砂壤質黑鈣土型砂性土上才生育得很好。在砂質黑鈣土型土壤上，春天可在秋播黑麥地上橫對黑麥的播種方向播種苜蓿，五月中旬則可收割黑麥的乾草。

砂礫食草（песчаный эспарцет）對土壤條件的要求較低，但是，它也只能在砂質黑鈣土型土壤上栽種，在此種土壤上每公頃能收割到 35—40 公担的乾草。

狹穗鵝冠草是頓河砂地和德聶泊爾河砂地較適宜的飼料植物。鵝冠草不僅能在砂質黑鈣土型土壤和砂壤質黑鈣土型土壤上播種，而且也能在半流動的和流動的低橢圓形砂丘上播種。但是，在最貧瘠的高橢圓形砂丘上最好是不播種鵝冠草。根據奧勃利夫試驗站 A. T. 米赫耶夫的試驗，砂壤質黑鈣土型土壤上每公頃可收割鵝冠草乾草 25—30 公担。

機械砂障的應用

機械砂障（死的防護物）是應用在分散的流動砂地上，因為在這些地方由於種子和苗木遭受風蝕和砂埋，任何那一種作物不可能發育起來。設置機械同時還爲了促進自然生草。建立機械砂障應當認爲是一種臨時措施，這種臨時措施目的在於創造以保證活的覆蓋物（自然植物或人工栽種的植物）的出現和發育的條件。

機械砂障主要是應用於半沙漠帶的流砂地（阿斯特拉汗砂地和切里克-庫姆砂地）。它也能夠應用於乾草原南部某些地區的流砂地，例如德聶泊爾河下游砂地。

機械砂障分行立式砂障、平鋪式砂障和壓草式砂障幾種主要類型。

行立式砂障 這種砂障在固砂實踐中應用得極爲普遍。砂障的

行列橫對主風方向設置。在極顯著崗陵起伏地形的地段上，砂障的行列要按照等高線設置。在砂丘斜坡上，機械砂障行間距離這樣來確定，即使下一行砂障的頂部所成的水平線，要比其上一行砂障的基部高出 6—10 厘米。在或多或少平坦地形的情形下，障間距離不應超過障高的 10 倍。實際上，障間距離一般在 2—7 米範圍之內。砂丘的頂部一般不固定，以便使風將砂子吹往低地，降低地形。

爲了設立砂障，作成一淺溝或用犁杖作成一犁溝（深 25—30 厘米）。在淺溝或犁溝內按柵欄的形式豎立由蘆草或其他粗莖草類紮成的護板，並使得護板在行內彼此緊接，高出地表 70 厘米。護板的厚度爲 4—6 厘米。建立行立式砂障最適當時期是在秋季即在冬季嚴寒來臨以前。爲了在切里克流砂地上建立行立式砂障，森林改良土壤學家 П. Г. 雅藏（П. Г. Язан）用移植整去長根的蒿叢方法採用過砂蒿（*Artemisia arenaria* D. C.）。結果良好：砂蒿不僅成活了，而且成爲阻止流砂風移的嚴重障礙物。

平鋪式砂障 平鋪式砂障應用在強烈移動的流砂地上。這種砂障是非常有效的，但需要鋪覆砂地表面的大量材料。鋪覆方法是這樣，即在需要固定的砂地上，帶狀鋪上已準備好的植物莖程，帶與主風垂直，寬 1—1.5 米，帶間距離 1 米。鋪覆材料可用栽培禾本科植物或野生雜草的莖程、小枝幹、枝條和梢頭木。鋪覆莖程材料需要用灌木枝條給予固定在砂地上。

壓草式砂障 這種砂障對於固定不大流動的低橢圓形砂丘或者小新月形砂丘是最適當的。在需要固定的砂地上，把栽培植物或砂燕麥莖程鋪成帶狀，寬 1—2 米，裸露的帶間距離與帶寬相等，帶與主風方向垂直。用木鍬或鈍刃的鐵鍬把莖程從中央部分壓入砂內，深 8—12 厘米。莖程兩端向上高起，露出地表。建立壓草式砂障時，對於材料的基本要求是要有柔韌性（柔韌性隨着濕度增大而增強的），這是因爲乾燥的莖程將其壓入砂內時會被折斷的。

機械砂障尤其是行立式砂障的缺點，是不能夠大大地降低砂地表層日射過熱的溫度，因而也就不能減低砂地的物理性乾燥。在蘇

聯歐洲部分裏海半沙漠的條件下，在裸露的流砂地上應用這種機械砂障，不能夠保證所栽植的松樹幼苗令人滿意的成活率，這是由於砂地表層日灼和水分不足苗木必遭死亡之故。由於上述原因，栽植松樹需要建立活砂障（活的防護物）。尖葉柳是栽植松樹的活的防護物其中之一種，它能夠保護松樹幼苗的成活及其頭幾年的生長。

栽 植 灌 木

栽植尖葉柳 砂地上栽植尖葉柳應該看作是目的在於創造為以後在這裏造林的必要條件的一種措施。砂地栽植尖葉柳是砂地植樹以前的臨時辦法。

適於固砂的尖葉柳有以下三種：

1. 紅莖尖葉柳 (*Salix acutifolia* Milld.) ——適用固定蘇聯歐洲部分的流砂地（圖 3）；
2. 黃莖尖葉柳 (*Salix daphnoides* W.) ——主要是用於蘇聯歐洲部分的西部及中部地區；
3. 裏海尖葉柳 (*Salix caspica* L.) ——適於固定裏海砂地。

栽植尖葉柳的主要作用歸納如下：

1. 保護喬木樹種幼苗和定植實生苗以避免砂埋、砂割，和抵抗旱風；防止播種地和造林地風蝕；
2. 藉助於地面遮蔭，在造林地上造成了極適宜的溫度條件，在這裏使得幼小植物能夠避免因日灼而致死的可能性；
3. 由於日射過熱而使土壤表層乾燥的影響，却被大大地減低了，特別是在幼林生長的起初 3—4 年。

必須注意，尖葉柳因起着覆蓋作物的作用，對喬木樹種幼苗和實生苗在其頭幾年生活中是有幫助的。但是，隨着其年齡的增長，尖葉柳有利的性質就逐漸降低，而不利的性質則逐漸增強。這是由於土壤在尖葉柳林作用下日益變得堅實和乾燥之故。實踐證明，如果在老尖葉柳林下栽植松樹，是不會收到良好的結果，特別是在較乾旱的南方砂地上。



圖 3 被砂深埋 150 厘米的十三年紅莖尖葉柳

(И. С. 馬秋克攝)

尖葉柳能够很好地忍受砂埋(不是全部被埋),同時,由於砂埋而能生長出許多不定根和新枝。風蝕對它是不利的,如果根被暴露得很厲害則會致死。

此外,栽植尖葉柳在許多情況下還有其他的用途,例如為割取編筐枝條、建築灌木材和其他材料的尖葉柳林即是。

栽植尖葉柳有下面三種方法:溝植法、插條法和鋪條法。

溝植法 這種栽植尖葉柳的方法在森林草原的砂地上可廣泛地

加以應用，在乾草原的砂地上可適當地加以應用，而在半沙漠的砂地上則少量地加以應用。在半沙漠地區，用這種方法栽植尖葉柳風蝕得很厲害，同時由於砂地表層很快地乾燥而會致死。這種方法是在或多或少的平坦地段上來進行，即是說，這裏能夠用犁杖犁溝和覆土。犁溝的溝間距離 1.5—2 米，溝行方向與主風垂直，其深度為 20—25 厘米。把預先修剪掉側枝的 2—3 年生健壯尖葉柳枝條放於溝底上，並使一個枝條的梢端壓着另一個枝條的基部，彼此所壓的長度為 10—15 厘米。枝條覆土用犁杖來回進行。

插條法 根據地形條件，不能採用溝植法栽植尖葉柳的橢圓形砂丘上，以及在乾草原和半沙漠砂地上，在用溝植法栽植的柳條由於風蝕和砂地表層迅速地乾燥，不可能獲得令人滿意的結果的情況下，可採用此法栽植。插穗長 30—40—50 厘米，這可視砂地的濕度和流動性而定，如果砂地在強烈移動的情況下，而砂地的濕度又較低，那末所採用的插穗就需要長些，因為短的插穗在頗大程度之內會被風暴露出來。行間距離 1.5—2 米，其方向應與主風垂直，在行中插穗彼此相距 0.7—0.8 米栽植。扦插時用栽植橈或郭列索夫鋤來進行，將插穗的全長都插入砂內使其與砂地表面相平。砂丘的頂部必須使其裸露，因為插穗在這些地方會被風暴露出來。

無論是用溝植法栽植尖葉柳，或者是用插條法栽植尖葉柳，都可以全面栽植或帶狀栽植。若是為了營造專門用途的柳樹林（例如編筐柳場），則可全面栽植尖葉柳。全面栽植尖葉柳在格羅茲內省切里克砂地上也行，在這裏，在尖葉柳幼林的保護之下能夠營造松樹林。

在乾草原和森林草原的砂地上，栽植尖葉柳在大多數情況之下是為了以後的造林，因此要植成 10—20 的寬帶，帶間曠地平均寬度為 20 米。同時必須指出，無論是在帶間曠地上或者是在尖葉柳帶內都要植上喬木樹種。

鋪條法 這種方法主要是應用在半沙漠砂地上（阿斯特拉汗砂地和切里克-庫姆砂地），因為在這些地方用溝植法和插條法栽植的枝條與插穗，由於其風蝕和深埋不會獲得令人滿意之結果。

在流動砂地上，這種栽植尖葉柳的方法是最爲有成效的。在作爲固砂的地段上，劃成寬 50—60 米的寬帶，帶間裸地與寬相等或者是 100—120 米，這要看砂地的流動程度而定。帶垂直於主風方向。在鋪覆帶上，成行地鋪上尖葉柳枝條並使其粗端衝着主風。行與行之間相距 4—5 米。在枝條上距枝條粗端 20—25 厘米處用樹桿把它固定在地上。每隔 1.5—2 米用長 70 厘米的 3—4 年生尖葉柳小木橛兩個交叉成十字形把樹桿固定在砂地上。

上述三種方法最好是在秋季進行，因爲這個時候砂地的濕度條件較爲適宜。

尖葉柳撫育 爲了促使尖葉柳的生長，第一年生出的萌發枝在秋季離地面 2—3 厘米的高處將它們割去即進行台刈。這種措施能促進它於翌春發出更多的茂密的萌發枝（一株伐根上可生出 3—5 萌發枝）。

以後，尖葉柳林的撫育是每隔 1—5 年進行更新伐。同時，1—2 年生尖葉柳的萌發枝可作編筐材料，3—6 年生可作建築灌木材和其他用材。

更新伐在晚秋或早春進行。在實行這種周期性的更新伐條件下，尖葉柳在砂地上完全能夠令人滿意地生長 20 年左右，因此，在建立專用尖葉柳場時，必須要顧及到這種情況。尖葉柳林過了 20 年之後，由於砂地濕度降低及其固結的關係，就逐漸地開始衰亡。

栽植檉柳 檉柳 (*Tamarix* L.) 可作爲阿斯特拉汗半沙漠某些地區的砂地造林，因爲這裏較有經濟價值的其他樹種不能有效地進行生長。

關於檉柳在阿斯特拉汗半沙漠裏生長的問題，M. A. 奧爾洛夫曾寫道：“喬木型檉柳由於它具有對土壤的要求不嚴格、非常耐旱耐鹼及其他優良的特性，在半沙漠條件下，暫且它還是用作各區域土壤大規模造林的唯一樹種”¹⁾。

1) M. A. 奧爾洛夫：“阿斯特拉汗半沙漠地區，固砂及經濟利用的方法”，莫斯科，第 58 頁，1940。

檉柳用插條繁殖,並且能產生豐富的樁蘗。用檉柳造林最好是以 3×3 米的中央爲一平方米小塊地配置的簇植法來進行。每一小塊地上平均均勻地扦插 9—12 插穗。一平方米小塊地上所需要的這些插穗數目,小塊地間的這種距離,還需要在試驗和生產的情況下加以檢驗。

第三章 砂地造林

林木生長指標

從米丘林-李森科學說得出結論是，有機體的生活直接取決於外界環境條件，而有機體本身也影響着環境。關於有機體和環境之間的相互關係，T. Д. 李森科院士曾寫道：“我們大家都知道，有機體和外界環境條件有着密切的關聯，並且不僅僅是有着關聯，而且以一定之形式適應其生活環境。”¹⁾

由此可見，外界環境條件是植物羣落生存和發展的基礎。環境是由許多因子如氣候、土壤、地形和生物等的組合或綜合所構成的。各個因子對植物作用的程度是不同的。此外，“植物和動物中不同的種與屬，爲了其本身的生活和發育，需要不同的外界環境條件。同一種有機體在它們生活的不同時期，也需要不同的外界環境條件”²⁾。

在砂地上，對於營造防護林的基本要求，就在於所培育的森林穩定而壽長。爲此，造林所採用的樹種必須是，它在這種土壤條件能够形成與上述要求相符合的林分。因爲就是在同一個大面積砂地上，其土壤條件是可能不同的，所以喬木樹種的生長就遠不會一樣。林分的生長直接取決於土壤條件的現象，已爲全蘇農林改良土壤科學研究所的研究工作所肯定，這一點由下面所引證的各種樹種材料可看得出來。

歐洲赤松 蘇聯歐洲部分森林草原帶和乾草原帶的砂地上，森林中所栽培的所有喬木樹種中，歐洲赤松 (*Pinus silvestris* L.) 是最

1) T. Д. 李森科：“農業生物學”第四版，莫斯科，國立農業書籍出版社，第378頁，1948。

2) 同上書，第467頁，1948。

普遍的。它是最穩定和持久的樹種,但不是到處都長得一樣。

例如,羅斯托夫省齊爾大面積砂地境界內頓河下游砂地上,這種樹種顯示出其生長直接依土壤條件為轉移。

歐洲赤松最好的生長(I地位級),是在固定的砂質黑鈣土型土壤和砂壤質黑鈣土型土壤上,這種緊密層(砂壤土-黏壤土間層)所在的深度平均為50—100厘米,上層土壤中含有1—2%的腐植質。

其中有一個地段上的30齡歐洲赤松林分;具有Ia地位級的生



圖4 奧勃利夫試驗站砂壤土上35齡的歐洲赤松林分

(羅斯托夫省齊爾大面積砂地, C. A. 庫爾茲曼攝)。

產率,平均直徑 16.8 厘米,平均高度 14.9 米,每公頃木料蓄積量 276 立方米(圖 4)。

在另外一個地段上,32 齡歐洲赤松林中的松樹,平均直徑 15.4 厘米,平均高度 14.4 米,I 地位級,每公頃木材蓄積量 220 立方米(圖 5,圖 6)。

松樹最壞的生長(IV 和 V 地位級)是在中粒純砂所組成的風蝕盆地淡色砂地上和高 5—6 米以上的砂丘頂部。在這些砂地內腐植質含得很少,通常是 0.01%,罕為 0.1%,沒有超過 0.5%,其中所含蓄的水分極少。爲了對齊爾砂地最好的生長條件下高生長和直徑生長進程有一般概念起見,特引證如下的 7、8 兩圖。

乾草原砂地上,歐洲赤松生長的生物學特性是向高年生長量和直徑年生長量的最高點來到較早。6—14 齡時向高生長量達到最高



圖 5 奧勃利夫試驗站砂壤土上 35 齡的歐洲赤松林分

(C. A. 庫爾茲曼攝)。



圖 6 奧勃利夫試驗站砂壤土上 38 齡的歐洲赤松林分

(C. A. 庫爾茲曼攝)

點，平均每年向高生長量 0.6—0.7 米，最低 0.32 米，最高 0.88 米，在個別情況下超過 1 米。最大的直徑生長量一般是在 7—11 齡時 (0.95—1.85 厘米)。

斯大林格勒省(全蘇農林改良土壤科學研究所卡麥申試驗站)卡麥申城附近的伏爾加河風移砂地上，這裏在砂地下面淺埋有被埋土壤和輕黏壤質栗色土，歐洲赤松的生長具有各種不同的有效性，這是

由冲積土層的厚度來決定的。在砂質冲積土深度厚達 40 厘米的情況下，29—34 齡的松樹的生長為最好 (I 地位級)，34 齡的松樹平均直徑達 15 厘米，平均高度達 13 厘米，每公頃木材蓄積量達 195.7 立方米。而在砂質冲積土層厚為 12 厘米的少量被埋黏壤土上，松樹的

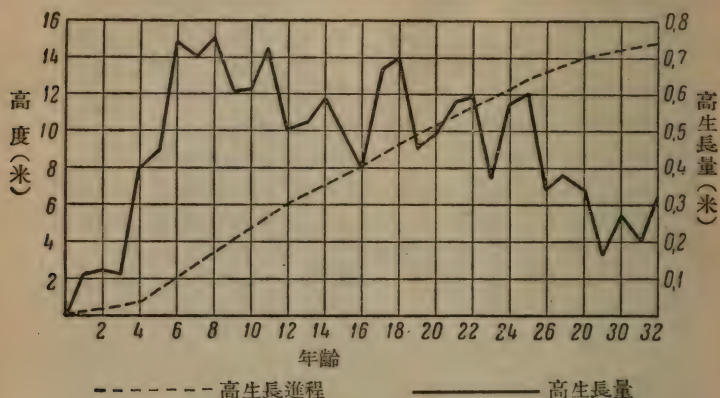


圖 7 奧勃利夫試驗站砂土上歐洲赤松高生長和高生長量的曲線進程。

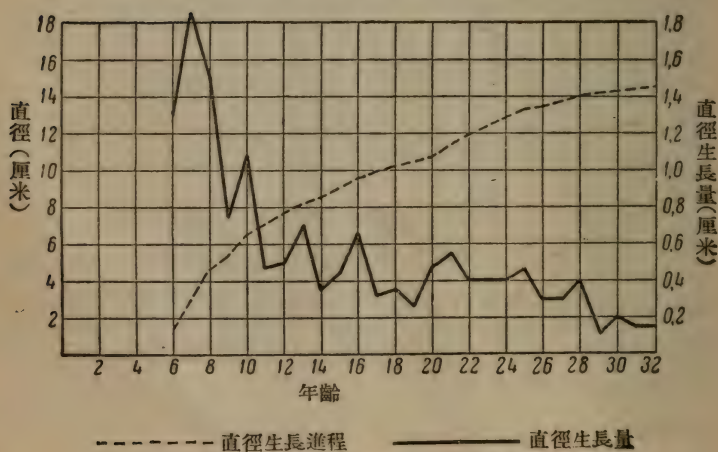


圖 8 奧勃利夫試驗站砂土上歐洲赤松直徑生長和直徑生長量的曲線進程

生長爲最壞(III地位級),在這裏 29 齡的松樹平均直徑 10.8 厘米,平均高度 8.9 米,每一公頃木材蓄積量 107.7 立方米。在被埋土壤上,砂沖積土層的厚度影響歐洲赤松向高生長的有效性,從 10 齡時起表現得很顯著,並且隨着年齡的增長在生長上的差別就顯示得愈強(表 2)。

表 2

年 齡 (年)	高 度 (米)	
	砂的厚度 40 厘米	砂的厚度 12 厘米
5	1.3	1.4
10	4.7	3.8
15	8.0	5.9
20	9.8	7.7
25	11.5	8.7

在卡麥申砂地上,歐洲赤松標準木生長進程的分析證明,最高的向高年生長量是在 8—12 齡的時候,而在個別的情況之下,是在 15—16 齡的時候;年直徑生長量在 5—13 齡時達到最高點,每年可達 1—1.95 厘米。

在庫爾斯克省森林草原砂地上(斯克里舊奧斯科爾林管區切列霍夫山地林區),歐洲赤松在這些地方生長得爲最好(I—Ia 地位級):

1. 被埋土壤。這裏上面的厚 50—155 厘米砂壤土層,含有 2.37% 膠粒和 0.14—0.27 腐植質的混合物;而在 50—100 厘米厚層的被埋土壤中,膠粒的含量則更高(12.79%),腐植質有 1.15—1.87%;

2. 砂壤土。其成分中含有 2.4% 腐植質,底層爲離地表深 140 厘米的白堊。

在上述被埋砂性土上,28 齡的林分中歐洲赤松平均直徑達 16.1 厘米,平均高度 17.6 米,每公頃材積蓄積量 217.6 立方米;林分外貌

美麗。歐洲赤松立木向高生長和直徑生長的進程列入下表(表3):

表 3

生 長 因 子	年 齡 (年)							
	5	10	15	20	25	30	35	38
高 度(米)	0.60	4.30	7.64	10.43	13.34	15.52	17.64	18.57
直 徑(厘米)	—	5.57	7.31	9.63	11.97	13.93	15.20	16.25

在舊奧斯科爾地區風蝕盆地淡色砂地上(在其上層土壤中僅含有 0.01% 腐植質),歐洲赤松生長得孱弱(III—IV 地位級)。

在非鹽漬化砂地上,歐洲赤松甚至能在裏海半沙漠生長。例如,在格羅茲內省舍爾科夫地區(Шелковский район),列入“紅色突擊隊員”集體農莊土地使用之內的切里克橢圓形砂丘上,在人工林中還有着單株的歐洲赤松,這是林分在砍伐之後被殘留下來的,35 齡的植株直徑達 25 厘米,高度 6.1 米。樹木按其外貌來看是健壯的。

克里米亞松 在德聶泊爾河下游砂地上,克里米亞松(*Pinus pallasiana* Lamb.)顯示出強烈地依土壤條件為轉移。這裏生長着克里米亞松林分的地段其位置是橢圓形丘,往往有個別的砂丘高出風蝕盆地 7 米甚至 7 米以上。根據 М. М. 德留琴科(М. М. Дрюченко)的材料¹⁾,這種松樹在深 40 厘米的底層為黃土型黏壤質碳酸鹽母質的砂土上,形成了 Ia 地位級的林分。這裏 50 齡克里米亞松純林,其平均直徑達 28.5 厘米,平均高度 21 米,每公頃木材蓄積量 564.5 立方米。在深 60 厘米以下具有黏壤土間層的砂地上培育成 I、II 地位級克里米亞松。III 地位級松樹是生長在這些砂地上,即一種情況是深 100 厘米以下具有鐵的半氧化物所膠結的堅實砂所構成的間層,另一種情況是具有黏壤質無碳酸鹽母質所構成的間層。克里米亞松在黏壤土間層埋得過深(150 厘米)的砂土上生長得為最壞(IV

1) М. М. 德留琴科:“德聶泊爾河下游砂地的植林條件及在該砂地上造林的前途”,哈爾科夫農業研究所札記,卷 II,第 1—2 集,1939。

—V 地位級)。

在齊爾砂地上(羅斯托夫省),克里米亞松培育的結果表明,在穩定性方面它不如歐洲赤松。在砂質階地的下部黑鈣土型砂性土上,這裏在 100 厘米的深處具有黏壤土間層,22 齡克里米亞松純林平均直徑僅有 13.3 厘米,平均高度 9.5 米,一公頃上有 1520 株立木,其中還有 10.5% 的枯頂木。

在卡麥申試驗站的沖積土層厚 30 厘米的砂埋栗色土上,克里米亞松就其生產率來說要比歐洲赤松高,例如 31 齡的克里米亞松林每一公頃的木材蓄積量達 136.3 立方米,而歐洲赤松是 113.2 立方米。克里米亞松向高生長比歐洲赤松緩慢,但直徑生長則比歐洲赤松快。前者在上述年齡時,平均直徑達 13.8 厘米,平均高度 8.2 米;後者在類似的土壤條件之下,平均直徑 13.1 厘米,平均高度 9.6 米。在斯大林格勒省卡麥申砂地的條件下,31 齡時每公頃的枯頂木還佔其總株數(1700 株)的 18.8%,這乃是克里米亞松的不足之處。

在庫爾斯克省舊奧斯科爾林管區的森林草原砂地上(切列霍夫林區),生長有克里米亞松人工林。生長着克里米亞松的地段,有如下的土壤結構:厚 20 厘米的土壤表層是淺灰色沖積砂;從 20 厘米到 125 厘米的深處有被埋砂壤土;向下面是厚 40 厘米的疏鬆的砂質間層;再往下面深至 165 厘米處則為黏壤土。克里米亞松林分的調查分子如下:組成 10 克里米亞松;林齡 43 年;林冠的鬱閉度 0.6;平均直徑 18.6 厘米;平均高度 12.6 米;每一公頃立方米的數量 757 株,其中枯頂木佔 39.9%;每一公頃木材蓄積量 127.2 立方米。這個林分在 13—15 齡和 38—40 齡時,在它生長上發生過劇烈變化,這就影響到樹冠的形狀。大多數樹木的樹冠變形,即頂枝為側枝所代替,因此而形成了樹幹的彎曲性。

在格羅茲內省舍爾科夫地區切里克橢圓形砂丘上切爾夫涅站以北 18 公里的“紅色突擊隊”集體農莊區域,有一塊克里米亞松純林,面積為 0.5 公頃。35 齡克里米亞松計有 204 株,平均直徑 20.4 厘米(最高 29 厘米),平均高度 10.3 米(最高 11.5 米)。按外形來看,所

有的樹木都是健壯的。

在格羅茲內省卡亞蘇林地區(穆柳什基諾境界)橢圓形砂丘上,在人工林中生長有克里米亞松,就以在黑楊林分中爲例,35 齡克里米亞松是其中穩定的樹種。

所引證的實例證明,在切里克砂地上營造松樹林是完全可靠的事業。

根據克里米亞松林發育的調查,可作出這樣一個總括的結論:克里米亞松和歐洲赤松比較起來對土壤條件的要求是要嚴格得多,因此,必須要在比較肥沃的土壤上來栽培它。

洋槐 洋槐的生長同樣是直接受土壤因素支配。在草原砂地的條件下,洋槐有效地生長在齊爾大面積砂地的黑鈣土型砂壤土上,這裏黏壤土間層或砂壤土間層位於 50—55 厘米的深處,在其上層土壤中含有將近 1% 的腐植質。在這種土壤的其中一個地段上,16 齡純林中洋槐,平均直徑已有 10.3 厘米,平均高度 10.6 米。洋槐在階地下部的砂土上生長爲最壞,這裏在深至 200 厘米處還不見有砂壤土—黏壤土層或間層,並且土壤中祇含有 0.01% 的腐植質。在這樣的地方,14 齡洋槐林其平均高度祇有 1.5 米,每公頃上 4840 株樹木其中乾枯樹木和枯頂樹木佔 84.2%。

洋槐很好地生長在德聶泊爾下游砂地上。根據 C. 耶戈廉科(C. Егоренко)的材料¹⁾,在砂埋 0.5—1.5 米厚的黑鈣土型砂土上,47 齡的純洋槐林,其平均直徑達 33 厘米,平均高度 26 米,每公頃木材蓄積量 223 立方米。

在裏海砂地上,洋槐有栽培試驗。在全蘇農林改良土壤科學研究所阿契庫拉克試驗站的砂地上,洋槐在人工林中是個比較穩定的喬木樹種。在平緩的橢圓形砂丘上,24 齡洋槐林,其平均直徑達 14.6 厘米,平均高度 12.4 米(圖 9)。同時應當指出,上述年齡的洋槐林其中枯頂木佔有很大的數量——佔 51.7%。洋槐向高生長在 10—18

1) C. 耶戈廉科:洋槐的成長特性及木質的物理技術特性“社會主義農業及農業森林土壤雜誌”,1923。

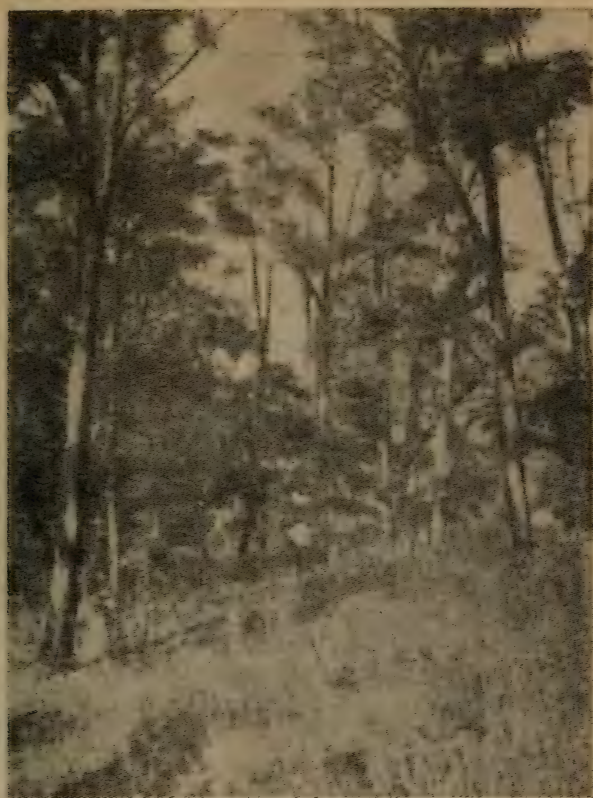


圖 9 格羅茲內省阿契庫拉克砂地上 24 齡洋槐林全貌

(切里克-庫姆大面積砂地)(И. С. 馬秋克攝)

年時是比較有效地進行，年生長量達 0.40 厘米以上；而直徑生長有效地進行是在 19—23 年時，年生長量達 0.40—0.50 厘米以上。在 4—6 年時高度生長量達最高點，一年達 1—2.3 米。在阿契庫拉克平緩橢圓形砂丘上，24 齡洋槐林中其高度生長和直徑生長的指標如下表(表 4)。

洋槐萌芽林，其高度生長在頭三年裏是最迅速的，一年達 1.33 米。以後，其生長指標就劇烈地下降。不過，從 3 年到 9—10 年這

表 4

生 長 因 子	年 齡 (年)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
高 度(米)	0.91	2.75	4.68	6.73	7.98	9.20	10.00	10.61
直 徑(厘米)	—	1.85	3.05	6.00	8.00	10.70	11.45	12.30

段時期,其生長量還是令人滿意的,平均年生長量達 0.5—0.6 米。此後,高度生長就特別緩慢,甚至在最近二年內(15—17 年)其生長量平均為 0.15 米。

洋槐在忍耐森林火災方面具有寶貴的特性。洋槐在這一方面要超過於黑楊、杏和尖葉柳,並且它是最穩定的樹種。下面的事實確鑿地證明了這一點。由洋槐、黑楊和紅莖尖葉柳所組成的 6—8 年生幼齡林,在 1946 年曾遭遇到火災,由於火焰作用的結果,當時所有樹木的闊葉和枝條都被燒焦。而洋槐在火災發生 7—8 天之後,又從它的大枝和樹幹潛伏芽內發出帶葉的新枝,以後並繼續地成長着。可是,杏、黑楊和尖葉柳經過這次之後都完全死去。

由此可見,洋槐對於在乾草原帶和裏海半沙漠較肥沃的砂地上植林,是非常適合的。

疣皮樺 疣皮樺 (*Betula verrucosa* L.) 有效地生長在齊爾大面積砂地奧勃利夫林區具有淺地下水(2.5—3 米)的砂質階地下部。土壤為黑鈣土型砂性土,從 71 厘米至 144 厘米的深處埋有黏壤土間層。在調查因子中林分的顯著特徵是這樣:組成—10 疣皮樺;年齡—18 年;疏密度—0.7;平均直徑—15.1 厘米;平均高度—17.2 米;地位級—Ia;樹幹的數量—每公頃 752 株。樹木的外形是非常好的。在上述情況下,疣皮樺根蘗更新是令人滿意的。在一個 14 齡樹樁(伐根)上萌發出 8—14 個萌蘗枝,第一年高達 0.8 米(平均高度 0.7—0.8 米),第二年其生長量下降,樹高達 0.9—1.1 米。

在齊爾大面積砂地卡拉伊切夫斯基林區砂質階地上部丘崗之間

的低地裏(地下水深 15 米),小塊地段的疣皮樺人工林是引人注目的。這裏疣皮樺林分本來是與克里米亞松混交的,當時這兩種樹種按 50% 的比例行列混交。到我們調查的時候(14 齡)已不見克里米亞松,因為它早在 4—6 齡時由於遭受樺木壓制的結果都枯死了,故剩下來祇是疣皮樺純林。土壤為黑鈣土型砂性土,從 109 至 151 厘米的深處埋有黏壤土間層,從 151 厘米以下為疏鬆的淡黃色砂。林分有如下的調查因子:組成—10 疣皮樺;年齡—14 年;疏密度—0.8;平均直徑—9.6 厘米;平均高度 8.3 米;樹幹的數量—每公頃 2998 株。林木都是健壯的。疣皮樺樹幹具有這樣一個特點:樹幹接近地面的部分長得特別粗大,其直徑比起胸高直徑要粗 1.5—2 倍。

疣皮樺有效地生長在庫爾斯克省森林草原砂地上,例如舊奧斯科爾林管區切列霍夫林區。這裏,土壤在深至 40 厘米為砂質沖積土。往下是被埋砂壤土,並且土壤內膠粒數量由上而下有所增加:在 65 厘米深處其數量為 15.03%,在 165 厘米深處為 13.49%,在 200 厘米深處為 28.14%。疣皮樺在這種土壤上有效地生長着,這由調查記載中可看出:組成—10 疣皮樺;年齡—18 年;平均直徑—13 厘米;平均高度—16.8 米;每公頃木材蓄積量—116.5 立方米。按外形看來,林分是健壯的。疣皮樺高生長和直徑生長的進程列入表 5:

表 5

生長因素	年 齡 (年)					
	5	10	15	20	25	28
高 度(米)	5.50	10.50	13.21	15.08	16.44	17.15
直 徑(厘米)	2.58	7.40	10.04	11.55	13.31	13.98

疣皮樺在上述地點的類似土壤上有效地生長着,甚至在比較老齡時還是這樣。例如 39 齡的疣皮樺林分,其平均直徑達 18 厘米,平均高度達 19.8 米。樺木有着很健康的外形。由此可見,疣皮樺對於森林草原和乾草原砂地造林是完全適宜的。在乾草原條件下,當

地下水深 2.5—3 米,疣皮樺發育很好。

小葉榆 在全蘇農林改良土壤科學研究所奧勃利夫試驗站的地區營造小葉榆 (*Ulmus pinnatoramosa* Diek.) 林的經驗表明,小葉榆生長的有效性強烈地依土壤條件為轉移。

在奧勃利夫林區的砂質階地上部,在深約 150 厘米的底層為黏壤土的黑鈣土型砂壤土上小葉榆生長良好。在這種土壤上,在 11 齡的防護林帶林分中,小葉榆平均直徑 9.1 厘米,平均高度 7.5 米。按外形來看,林分是健壯的。

在奧勃利夫林區砂質階地下部的黑鈣土型砂壤土上,小葉榆有着很好的高生長指標。例如在 4 齡的防護林帶中,純植的小葉榆高達 3.71 米,直徑 2.8 厘米。每年高生長如下:

第一年	56 厘米
第二年	82 厘米
第三年	135 厘米
第四年	98 厘米

4 齡的小葉榆平均高度為 2.5 米,平均直徑 1.5 厘米。樹木的外形極好。

在其他土壤環境的條件下,小葉榆生長得就不是這樣。我們可以奧勃利夫試驗站砂崗坡上植林經驗為例,林分是生長在斜坡的上半部,這裏的土壤是砂土,深至 184 厘米處為砂,上層淺灰色,下面有黏質砂土的細條紋——假纖維,再向下面有厚至 20 厘米砂壤土—黏壤土間層;在深至 204 厘米處又出現疏鬆的砂土。12 齡小葉榆林分,在疏密度為 0.9 的情況下,平均直徑達 3.2 厘米,平均高度 3.7 米,樹木的數量每公頃為 4075 株,其中包括 24.5% 枯頂木和 8.6% 枯死木。樹木的枯頂程度是不同的(有達樹幹一半者)。

這些材料證明,小葉榆生長的有效性強烈地依土壤條件為轉移,並且這種樹種對土壤的要求要高,因此它祇能採用在砂壤土上造林,而不能採用在貧瘠的橢圓形砂丘上造林。

夏橡 不用說,橡樹是要求肥沃土壤的樹種,這在頓河砂地和裏

海砂地上栽植橡樹的試驗也證實了這一點。

橡樹林分其生長是直接取決於土壤條件。橡樹有效地生長在盤形盆地的砂壤質黑鈣土型土壤和齊爾大面積砂地砂質階地緩坡的黑鈣土型砂性土上(地位級 Ia—II)。這裏,黏壤土間層平均在 100 厘米(50—150 厘米)的深處,在土壤表層內含有 1.5% 腐植質。在上述土壤上,在 30—31 年的橡樹林分中,其平均直徑達 11.7—14.8 厘米,平均高度達 10.5—14 米。有效的高生長是在 3—18 年期中,平均每年為 0.6—0.65 米。以後,橡樹的高生長急劇下降,從 21—24 年起,差不多停留在同一水平上,平均每年達 0.3 米。最好的直徑生長是從第一年起一直到 17—18 年,即在生長期的上半期,以後就大大地下降,從 17—18 年到 31 年期間,平均一年祇有 0.25—0.3 厘米。直徑生長的最高指標是出現在 10—14 齡時,達 0.8—85 厘米。

在齊爾大面積砂地緩坡的砂土上(平均含有約 1% 的腐植質,無黏壤土間層),橡樹生長得為最壞(地位級 IV)。在這種土壤上,在 25 年林分中,橡樹平均直徑為 8 厘米,平均高度為 5.5 米。在具有貧瘠的砂質黑鈣土型土壤的丘崗頂部,橡樹完全不能生長或生長得很壞。

在格羅茲內省全蘇農林改良土壤科學研究所阿契庫拉克試驗站的碳酸鹽粉砂地上,橡樹是穩定的樹種。在這裏,橡樹有效地生長在具有被埋砂土和砂壤土的低橢圓形砂丘上(小橢圓形砂丘),這種被埋砂土和砂壤土處於平均 1 米左右的深處。在整個深達 350—400 厘米的土壤剖面上含有大量的碳酸鹽,其中平均有 4%—5% (最高達 9%) 轉變為碳酸鈣 (CaCO_3)。土壤中腐植質的總量不超過 0.86%, 平均為 0.2%—0.3%。根據機械組成,主要是細小顆粒的砂(0.25—0.05 毫米)(大約佔 70—80%)。在這種砂地上,淡地下水通常是處於平均 6—7 米的深處。其中有一個地段上,在 21 年生的純林中,橡樹的平均直徑達 16.2 厘米,平均高度達 9 米;在另一個地段上,在 30 年生的林分中,橡樹的平均直徑達 22.9 厘米,平均高度達 8.8 米。在上述土壤條件下所栽培的樹種中,橡樹是最穩定的。這

可用下面的實例來說明：在這種砂地上，黑楊的壽命是 15—18 年，洋槐是 20—25 年，此後它們就開始枯頂，然而 30 齡的橡樹林分是完全健康的。

由表 6 中可看出阿契庫拉克砂地上橡樹生長的一般情況。

表 6

生 長 因 子	年 齡 (年)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
高 度(米)	0.67	1.89	3.37	4.74	5.87	6.97	7.72	8.39
直 徑(厘米)	—	2.10	4.13	6.93	8.03	8.97	10.10	11.33

由此可見，在比較肥沃的砂壤土和砂土上，特別是在具有黏壤土間層或是在砂的組成中含有大量碳酸鹽的情況下（切里克-庫姆砂地），可以把橡樹當作最穩定的樹種來栽植。

黑楊 黑楊 (*Populus nigra* L.) 是一種喜濕性的喬木樹種，但是在砂地人工林中會碰到它，並且其生長是直接取決於土壤條件。例如，在具有高地形（丘陵、崗陵和長崗）的裸露的、疏鬆的和砂層極厚的砂地上，黑楊生長得很迅速，這裏在 6 齡的林分中，其平均直徑達 4.7—9.5 厘米，平均高度達 7.6—9.3 米，每公頃的木材蓄積量為 23.4—44.5 立方米。在高度相差 1.2—2 米的丘陵、崗陵和長崗之間的低地裏，黑楊生長得不能令人滿意：在 6 齡的林分中，平均高度祇有 1 米，並且枯頂木的數量佔 60%。

黑楊在地形高的部分生長很好，而在低地裏則生長不良，在大體上是由於土壤各層的機械成分不同和決定儲蓄水分與保持水分數量的土層所在深度不同。黑楊有效生長的最好條件，是土壤的上層比位於大部分根系所達到的深處的低層，要是含有少量粉粒和膠粒的疏鬆的風移砂。在這種土壤結構的情況下，對於土壤的濕潤造成極有利的條件。在我們所舉的實例中，生長好的黑楊林分是在這種地段上，即厚 80—115 厘米的上層土壤是疏鬆的砂土，而其下層在一種

情況下是不發育的被埋砂壤土，在另一種情況下是比較發育的被埋土壤。生長不好的黑楊林分，土壤結構和機械成分是另一種情況，其上層為堅實的砂壤土，而下層是疏鬆的砂，約在 210 厘米深處的底層是砂性土。總之，根據所引證的材料可作出如下結論：黑楊生長的最好條件是上層土壤為疏鬆的砂土，而下層為砂壤土，或者是一般地含有大量粉粒和膠粒的混合物，砂壤土所在的深度平均是在 1 米左右，這就保證了水分的良好蓄積。

黑楊在觀察地區的砂地上的生長進程可根據下面的材料加以判斷：

年 齡 (年)	高 度 (米)	直 徑 (厘米)
4	5.7	7.8
8	12.5	13.6
12	14.9	16.2

黑楊林分高生長量的最高點達 2.0—2.5 米 (1.5—3.1 米) 是在 4—5 齡的時候；最高的年直徑生長量達 2.35—3.7 厘米是在 3—6 齡的時候。

林分中黑楊最有效的生長是在第一代¹⁾，第二代就生長得緩慢，第三代則生長微弱，即 (6 齡)：

	高 度 (米)	每公頃蓄積量 (立方米)
第 一 代	9.3	44.5
第 二 代	5.2	14.2
第 三 代	4.0	7.8

在阿契庫拉克砂地上，黑楊的壽命依林分的代數而有不同。黑楊林分開始出現枯頂的平均年齡是 (圖 10)：

第一代	15—18 年
第二代	8—10 年
第三代	5—6 年

1) 對於“代”的劃分是有條件的。第一代是由栽植的一年生黑楊插穗形成的，第二代林分是被砍伐的第一代伐根上的萌發枝，第三代林分是被砍伐的第二代伐根上的萌發枝。



圖 10 阿契庫拉克砂地上乾枯開始階段的 18 齡黑楊林分
(И. С. 馬秋克攝)。

黑楊樹木極易感受髓腐病。髓腐病的發展程度取決於林分的起源。第一代黑楊在第 7 年時感受此病，並且在 1 米的高處腐爛的佔樹幹直徑 12%，第二代在 6 齡時腐爛的佔 20—29%，第三代在 6 齡時佔 30—52%。在 16 齡林分中，第一代樹木的髓腐病在 1 米的高處佔直徑 76—95%。

黑楊非常能夠忍受不是全部為砂所埋（圖 11）。黑楊也能夠忍受其根部周圍的砂子被風暴走，不過在這種情況下，樹木的生長和發育比起在不完全被砂所埋的情況下要差一些。在風蝕的場合下，裸露出來的根萌發出根萌蘗枝，從它上面可產生新的標準木。

在羅斯托夫省齊爾砂地上，黑楊的生長依土壤條件為轉移。黑楊或多或少有效地生長在砂質階地緩坡稍為低凹的黑鈣土型砂壤土上，這裏地下水處於樹木根系活動的範圍。生長在奧勃利夫試驗站卡拉伊切夫林區砂質階地低處（下部）的黑楊萌芽林，可作為一個例

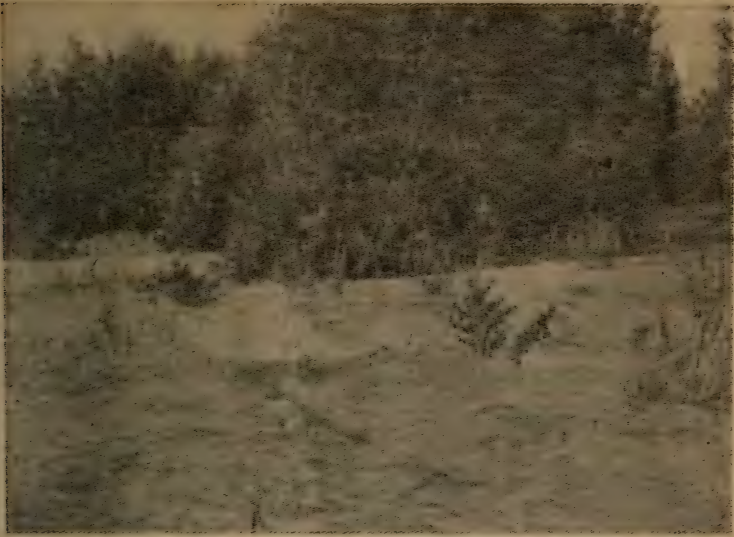


圖 11 阿契庫拉克砂地上 8 齡的黑楊林分

(И. С. 馬秋克攝)。

子。這裏土壤爲紅褐色黑鈣土型砂性土，在 82—164 厘米的深處具有堅實的沉澱層。地下水深 5.5 米，黑楊萌芽林（第一次砍伐後伐根上的萌發枝）生長得很好，其調查鑑定如下：組成—10 黑楊；年齡—8 年；疏密度—1.0；平均直徑—11.1 厘米；平均高度—11.6 米；木材蓄積量—1 公頃 145 立方米。黑楊萌芽林在最初 4—5 年，高生長迅速（每年達 1.5—2 米），而在以後其生長指標則下降（1.0—1.5 米）。

萌發的黑楊主要的缺點是易形成髓腐病。在 8 齡的林分中，萌發的黑楊的發育程度是很高的，但髓腐病在胸高上佔直徑的 33—47%。在這個林區類似的土壤條件下，栽植的 27 齡黑楊平均直徑有 24.5 厘米，平均高度有 17.6 米，每公頃的木材蓄積量有 436 立方米。

在全蘇農林改良土壤科學研究所奧勃利夫試驗站卡拉伊切夫林

區,在具有深地下水的砂質階地上部固定的低橢圓形砂丘上,還保存下來一些過去大面積黑楊林的剩餘物。在每公頃上殘留 5—8 株孤立木,其他的所有樹木因這種樹種不適宜這種條件而死亡了。黑楊是生長在橢圓形砂丘中部的主要樹木之一,這裏深至 84 厘米的土壤上層是沖積砂土,往下是被埋黑鈣土型砂土。在這種地方 35 齡的黑楊,平均直徑達 19 厘米,高度達 8.2 米,髓腐病擴展到 6.7 米的高處,佔樹幹直徑 63—65%。在最近 10 年裏高生長量是非常少的,這由下面所引證來的數字可看出來。

年齡(年).....	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
高生長量(米).....	0.09	0.06	0.06	0.04	0.05	0.08	0.06	0.08	0.06	0.03

在類似的土壤條件和地形條件下,黑楊的萌發枝(第一次砍伐後)生長不好,下面材料就明顯地表明了這一點。

年齡(年).....	1	2	3	4	5	6	7
高生長量(米).....	1.0	0.7	0.45	0.2	0.18	0.18	0.07

所引證的材料證明,在乾草原橢圓形砂丘上不適宜營造黑楊林。

表 7 是栽植的 10 齡黑楊依齊爾大面積砂地的土壤條件為轉移的生長指標(根據 B. П. 維謝洛夫斯基材料)。

表 7

土 壤 條 件	平均直徑 (厘米)	平均高度 (米)	平均林分 疏密度
1. 沒有黏壤土和砂壤土間層的砂土	3.0	3.25	0.5
2. 在 69 厘米深處具有黏壤土間層的砂土	7.0	6.4	0.6
3. 在 63 厘米深處具有黏壤土間層的砂壤土	9.0	7.1	0.7—0.8

總之,黑楊在砂地上生長的持久性和有效性,既與作為土壤成分和結構基礎的土壤因素有密切關係,也與林分的起源有密切關係。

在森林草原帶的砂地上,黑楊林的壽命是不長的。生長在庫爾斯克省舊奧斯科爾林管區切列霍夫林區的橢圓形砂丘上的黑楊林可

作為例證。生長黑楊的其中一個地段有如下特徵：深至 80 厘米的土壤上層是沖積砂土，在 80—180 厘米的深處是被埋砂土；再往下則為黏壤土間層，在 385 厘米的深處轉到白堊沉積物。黑楊林分的調查鑑定如下：組成—10 黑楊；林齡—33 年；疏密度—0.6；平均直徑—15.1 厘米；平均高度—12.4 米；一公頃上樹木的數量—787 株，其中枯頂樹木佔 80.2%，樹木的枯頂部分平均為 1.5 米（有達 3 米）。髓腐病達到直徑的 78%，平均約為 60%。

引證材料中的實踐結論表明，在乾草原帶和森林草原帶的橢圓形砂丘上營造黑楊林是不適合的。反之，在裏海砂地（切里克—庫姆砂地）比較濕潤的裸露的橢圓形砂丘上，是能夠栽植黑楊的，因為在這些地方，在栽植樹種極少的情況下，栽植黑楊林能夠在較短時間內獲得經濟上的效用。

納倫楊 這種楊樹樹種乃是切里克—庫姆半沙漠砂地上穩定的比較持久的喬木樹種。它呈自然狀態生長在大面積砂地的許多地方。我們可舉出全蘇農林改良土壤科學研究所阿契庫拉克試驗站的砂地上自然生長着納倫楊的例子。

在阿契庫拉克第一林區就會遇到小塊叢生或單生狀態的納倫楊。例如，在砂崗北坡腳下的堅實砂壤土上生長着一羣 25 株的納倫楊。將近 30 齡的樹木平均直徑達 17 厘米，最大的達 31 厘米，平均高度達 12 米，最高的達 17 米。距離樹木羣在 15 米範圍之內，和在樹冠下，長出許多各種年齡的根萌蘗枝（1 年和 1 年以上）。按照外形來看，大小楊樹都是健壯的。

在卡亞蘇林林區其中一個地段上有成年的納倫楊標準木。在高約 2 米（指對周圍的低地）的砂丘上生長着樹叢，34—35 齡的標準木粗達 17—27 厘米，高達 9—13 米。按照外形來看，所有的樹木都是健康的。納倫楊具有產生根萌蘗枝的特性，例如距離上述樹叢 25 米處形成了 1—15 齡的萌蘗枝，平均在一平方米上有一株標準木，其狀態是令人滿意的。

在另一處比較小的砂丘上（比低地要高出 1 米左右），自生的一

株 35 齡納倫楊平均直徑達 38 厘米，高度達 10 米。在距離這株樹 30 米的範圍之內，平均每 2 平方米有一株根萌蘗枝，其年齡 1—15 年。按照外形來看，這株樹木及其萌蘗枝都是健康的。

爲了對納倫楊的高生長進程有一般概念起見，我們引證了一株標準木的分析材料（表 8），這株標準木是取自卡亞蘇林林區橢圓形砂丘上的羣狀林分中。

表 8 納倫楊的高生長進程

年 齡(年)	高 度(米)	年 齡(年)	高 度(米)
2	0.60	20	8.33
4	1.30	22	9.00
6	2.67	24	9.67
8	3.00	26	10.25
10	4.00	28	10.75
12	5.00	30	11.23
14	5.67	32	11.56
16	6.50	34	11.80
18	7.50		

最大的每年高生長量是在第 6 齡時達 0.68 米，在 10—12 齡和 18 齡時達 0.5 米。在最近兩年內生長量強度降低到 0.12—0.17 米。

34—35 齡的納倫楊樹木沒有枯頂的現象，它們都很健壯。應該指出，黑楊在阿契庫拉克試驗站類似的土壤條件下的砂地上，平均約 15—18 齡的林分就開始枯頂。此外，納倫楊在極其顯著的橢圓形砂丘上有自然生長的，而在同樣的條件下，則沒有遇到過自然生的黑楊。這就證明，在上述的砂地上納倫楊是比較最持久的和最穩定的樹種。在切里克砂地上，納倫楊也有呈自然狀態的生長着。

這種楊樹樹種可用插條繁殖。

由主要的觀察材料中所得出的總的結論在於：林分生長的有效性直接取決於土壤因素。砂地造林的森林生物學基礎乃是土壤的結構和成分、位置及濕潤狀況。

關於純林與混交林

在蘇聯歐洲部分森林草原帶、乾草原帶和半沙漠帶砂地上營造防護林中，創造性的運用 T. Д. 李森科院士關於自然界裏種內無鬥爭和種間有鬥爭的學說，有着巨大的實踐意義。頓河砂地和切里克-庫姆砂地多年造林的經驗證明，按單株混交原則所營造的喬木樹種混交林，在實踐中證明是不正確的。在這種混交林中，喬木樹種之間進行着激烈的種間鬥爭，其結果一種樹種成為優勝者，而其餘的樹種或者是死亡，或者是呈被壓制狀態。

例如，根據上述的混交原則所栽植的如下人工林，其結果不良：

- (1) 歐洲赤松混以橡樹，歐洲赤松混以洋槐，歐洲赤松混以黑楊，歐洲赤松混以加拿大白楊，歐洲赤松混以疣皮樺，歐洲赤松混以毛白臘，歐洲赤松混以小葉榆，歐洲赤松混以白臘槭，歐洲赤松混以桑樹；
- (2) 克里米亞松混以黑楊，克里米亞松混以疣皮樺；
- (3) 洋槐混以白臘槭，洋槐混以杏和皂角；
- (4) 黑楊混以杏。

為了證明上述情況，我們可舉出一些例子。例如，在庫爾斯克省舊奧斯科爾林管區的砂地上，有歐洲赤松和疣皮樺所組成的混交林。這個林分的其中一個地段有如下特徵：厚 25 厘米的土壤上層是疏鬆的沖積砂，在 25—110 厘米的深處是被埋砂壤質黑鈣土型土壤，在 110—170 厘米的深處是存在着黏質砂細條紋（假纖維）的疏鬆砂土。再往下為黏壤土。栽植時，喬木樹種是這樣混交的：一行松樹，一行樺木，一行松樹，類推。但是，也有這種情況，即松樹與樺木是隔株栽植的（即單株混交）。行間距離為 2 米，株間距離為 1 米。

19—20 齡的林分，其調查鑑定如下：

樹冠鬱閉度	0.6
	松 樺
平均直徑(厘米)	8.7 10.9

平均高度(米) 7.4 11.6

株數(1公頃)

1. 健康的 283 523

2. 枯頂的 218 —

歐洲赤松的枯頂樹木佔總株數 43.5%。松樹枯頂是受樺木的壓制與遮蔭所造成的。其餘的松樹由於受樺木壓制的結果,在大多數情況下樹頂變形(頂枝爲側枝所代替)。樺木與松樹的高生長指標列於表 9。

表 9

生 長 因 子	年 齡 (年)			
	5	10	15	20
高 度 (米)				
1. 松樹.....	1.03	4.44	6.36	7.86
2. 樺木.....	2.89	5.50	8.48	10.90

表內數字明顯地表明,在 20 年期間,松樹的生長始終落後於樺木。在這種土壤條件下,在混交林中樺木比松樹穩定。

在齊爾大面積砂地的砂壤土上,有歐洲赤松和橡樹所組成的混交林。爲的要對這一些林分中喬木樹種的種間關係有一個概念起見,我們來引證一些實際材料。

松樹和橡樹所組成的人工林,其中有一個地段鑑定如下:位置是孤立的橢圓形盆地。上層土壤是厚 93 厘米的砂性土,暗灰色。在 93—144 厘米的深處爲赤褐色黏壤土間層。再往下則爲疏鬆的砂子。混交方式是間株混交(松樹—橡樹—松樹—橡樹等)。行距 1.25 米,株距 1 米。林分的調查特徵如下:松樹 35 齡,橡樹 34 齡;林分的疏密度(林冠鬱閉度) 0.9;松樹的平均直徑 17.1 厘米,橡樹的平均直徑 13.6 厘米;松樹的平均高度 13.4 米,橡樹的平均高度 12.6 米。松樹的被壓木佔 37.5%,枯頂木佔 21%。這就證明,在平均高度大致相等的松樹和橡樹混交林中,在這種間株混交方式的情況下,

在上述年齡時正進行着有損於松樹的激烈的種間鬥爭。

我們再舉出生長在斜坡上的松樹和橡樹混交林的特徵，這個斜坡是在距離上述地段的 32 米處。這裏的土壤深至 53 厘米是灰色的砂壤土，在 53—78 厘米的深處是赤褐色的黏壤土間層。向下（78—116 厘米）是淡灰色砂性土，再往下是淡黃色。混交方式是單株混交。行間距離 1.25 米，株間距離 1 米。林分的調查因子如下：林齡 29—30 年；疏密度 0.8；松樹的平均直徑 15.1 厘米，橡樹的平均直徑 9.6 厘米；松樹的平均高度 11.6 米，橡樹的平均高度 9.4 米。橡樹的生長落後於松樹：直徑低 5.5 厘米，高度低 2.2 米。松樹沒有被壓木。

由引證的實例看來，種間鬥爭的最終結局主要地依土壤條件為轉移。在不僅是適合於松樹生長，而且適合於橡樹生長的條件下，——因此之故，它們的平均高度大致相等，松樹在這個時候開始感受到來自橡樹方面的強烈壓制。松樹發生被壓木，最終就引起了枯頂。類似這樣的例子可以舉出很多（請參考“農業生物學”雜誌 1949 年第 6 期和 1950 年第 2 期）。所有這一些都說明，頓河砂地和切里克-庫姆砂地上的森林應以一種主要樹種來營造。

此外，在砂地上生長的林分中，喬木和灌木樹種的互助問題具有着重要的實踐意義。某些樹種在適合的土壤上，它們在一定的年齡及一定的配合下，其協同生長可產生極其良好的效果。例如，在許多場合下，某些次要樹種可以保護主要樹種的幼苗避免風蝕、砂壓和砂割，可以遮蔭幼苗而不使日灼，可以防止土壤的表層乾燥，可以阻止雜草的出現和發育對於執行這種作用，森林樹種的灌木是最適合的。

В. Е. 斯米爾諾夫 (В. Е. Смирнов) 的科學研究著作指出，在阿爾泰邊區帶狀松林的條件下，在紅莖尖葉柳的覆蓋物和防護物下面，松樹在砂地上進行着有效的天然更新。

在全蘇農林改良土壤科學研究所奧勃利夫試驗站的砂地上，在尖葉柳灌叢的樹冠下有歐洲赤松野生苗出現的事實。例如，在 1071 平方米的面積上，計有如下數量的良好狀態的 7—9 齡松樹的野生苗：

在尖葉柳灌叢的中央處.....	27
距離尖葉柳灌叢中央的 0.5 米處	258
距離尖葉柳灌叢中央的 1 米處	112
在林冠範圍之外(灌叢樹冠之間的透光處)	52

在紅莖尖葉柳林冠的透光處，松樹的野生苗佔這塊面積上總數的 7.5%，其餘的野生苗 (92.5%) 生長在尖葉柳灌叢的防護物下面。由此可作出結論，紅莖尖葉柳對於松樹野生苗在頭幾年生活中的生長和發育有着良好的影響。

同時，必須注意到尖葉柳對松樹的生長不僅有好的影響，而且也有壞的影響。經驗證明，在 11 年的歐洲赤松和尖葉柳混交林中(單株混交方式)，尖葉柳灌叢壓着松樹。其中有一個人工林地段，松樹受尖葉柳這樣影響的結果，其枯頂木有 7.3%，被壓木有 15.2%。

由此可作出結論，松樹在最初幾年的生活中，尖葉柳給予其影響是良好的，而後就開始有不良作用了。此外，如上面所指出的由於尖葉柳使土壤乾燥，它對松樹林分的發育也有很壞的影響。

應當指出，砂地上森林羣叢 (лесное сообщество) 中喬木和灌木樹種的種間關係，不僅以土壤因子為先決條件，而且也以其他的因子為先決條件，如林分的年齡、混交方式、各種樹種的株間距離、氣候條件及其他條件。為了要掌握森林生物學的生活，從經營的合理性出發，必須要知道森林羣叢的生長和發育的不同階段中，各種樹種之間的相互關係。

根據觀察確定，松樹野生苗生長的有效性具有一定的規律性。野生苗表現得成片的和成叢的生長，比在場地上稀疏分佈的(孤株生長)要好。此外，大家都知道，砂地上鬱閉的歐洲赤松純林比緩慢鬱閉的和稀疏的歐洲赤松林要生長得好，並且要來得穩定。所有這些，不可反駁地證實了 Т. Д. 李森科院士所提出的關於種內無競爭的理論原則。

除在上面所提到的尖葉柳以外，砂地上森林中的其他一些灌木也有着作用，其中最有益的灌木如錦雞兒 (*Caragana arborens*

L.)、韃靼忍冬 (*Lonicera tatarica* L.)、韃靼槭 (*Acer tataricum* L.) 及黃檗 (*Rhus cotinus* L.)。在林分中主要呈林緣狀的黃茶藨子 (*Ribes aureum* P.) 和唐棣屬 (*Amelanchier*) (在松樹和洋槐林分中) 也應當給予注意。

在林分中引種灌木主要地是爲了防止雜草。除此以外,灌木在其他方面也是有好處的。在起初幾年的生長中,灌木是主要樹種生長的輔助木,它保護着土壤的表層避免過度的受熱和物理上的水分蒸發。

爲了防止火災,在松樹林中可採用灌木帶狀栽植在森林地段、林班和護田林帶的周圍,以及在大面積森林中通過一定的距離栽植單個灌木帶。

森林中栽植灌木,有助於吸引作爲森林朋友的鳥雀來和害蟲作鬥爭。在某些情況下,灌木還能豐富土壤中的氮素(錦雞兒),這對於貧瘠的砂土來說是有意義的。

在橡樹林中最好是栽植韃靼槭,在洋槐林中最好是栽植韃靼忍冬,在疣皮華林中最好是栽植錦雞兒及韃靼槭,在歐洲赤松林中最好是栽植錦雞兒及黃檗。

砂地上防護林的種類及其配置

砂地上所營造的防護林,根據它們的效用可分爲防護林帶、經濟林、療養林及綠化林。

防護林帶應當在這些砂地地段上營造:計劃栽培農作物和正在進行栽培農作物的地方,以及居民點、蓄水庫及運輸道路等周圍。除其本身在保護農作物避免旱風和在播種地上適當分佈積雪方面的一般作用以外,這裏林帶在保護砂土免遭破壞和風蝕其中最肥沃的腐植質粒及膠粒方面,在保護帶間田地上的植物防止砂埋和砂割方面,具有着極大的意義。

在居民點及其他經營對象周圍的砂地上營造防護林帶,爲的是要保護這些地方防止砂堆。

爲的要培育木材以滿足集體農莊和國營農場的需要，則營造經濟林。這種森林應在追求最大經濟利用的橢圓形砂丘和新月形-橢圓形砂丘上營造，並改變這些不毛之地爲比較肥沃的土地。

如果是爲了不必要地約制當地流砂的移動，並爲大面積砂地逐步地全部造林而創造條件，上述森林也能在比較有價值的砂土地段上營造。

在半沙漠極端惡劣的森林植物條件下，爲了達到主要的目的是培育在經濟上所必需的森林，營造這種森林應在砂地內比較最好的地方來進行，因爲在其他的地方培育森林是不能獲得成功的。

根據進行造林的大面積砂地的特點，營造經濟林應以片狀林、帶狀林或塊狀林的形式進行。

營造療養林和綠化林，其目的在於使砂地上的居民點中勞動者的日常生活健康化。

這種療養林和綠化林主要是呈公園和小花園的形狀，除其本身具有衛生作用 and 美感作用以外，還能保護砂地不使破壞和風蝕，因而它們具有着經濟上和防護上的意義。

砂地上防護林的配置 在研究砂地上防護林的配置這一問題時，首先要從國家固砂造林的計劃以及這個工作的經營合理性出發，同時，還要考慮到這種或那種大面積砂地的自然特點。

我們在上面所寫到的乾草原地區的砂地，可作爲栽培農作物、造林和家畜放牧之用。首先按照砂地上防護林配置的性質，必須將蘇聯歐洲部分的砂地分爲兩大類型——頓河砂地德聶泊爾河砂地和裏海砂地（阿斯特拉汗砂地和切里克-庫姆砂地）。

頓河砂地德聶泊爾河砂地 爲了正確地決定防護林配置的問題，必須根據其地形、土壤覆蓋物和草本覆蓋物，考慮到這一類型的砂地之主要類型。

1. 具有小片橢圓形砂丘的固定砂質黑鈣土型土壤和砂壤質黑鈣土型土壤。地形是波狀地形或是崗陵起伏波狀地形，因而在這裏進行機械化耕作是完全可能的。這種砂土和砂壤土應當劃作栽培農作

物，不應全面造林，特別是在老早大部分就用作播種瓜類作物及其他作物的砂壤質黑鈣土型土壤。所有這些砂壤土以及砂土地段，在其腐植質層下面具有砂壤土間層或黏壤土間層，而在不太深的地方（1.5—2—3 米）有黏壤土，這就大大地改善了無論是農作物或是人工林的生長和發育的條件。

現在，祇有部分的這種砂土用作農作物，並且主要地還是在德聶泊爾河下游砂地上，在這裏除栽培糧食作物以外，還有果園和葡萄園。而在頓河砂地上，這種地段僅僅有少數列入到集體農莊的輪作之內，其大部分是用作生產效能很低的放牧。這種土壤利用來播種農作物需要特別小心，因為在不謹慎的長期耕作下，土壤耕作層內的腐植質和細膠粒就逐漸地被風蝕掉，而砂子就開始移動，這就有可能把這種土壤變為流動的低橢圓形砂丘。

為了正確的利用輕砂土和砂壤土，在集體農莊和國營農場內的這種地段上，必須建立獨立的“砂土”保土輪作，以逐步地改善這種土壤的凝聚性和結構。

大面積的砂質黑鈣土型土壤和砂壤質黑鈣土型土壤，沒有用之於農業，是因為這種土壤和橢圓形砂丘一起加入作為“森林土壤改良對象”的事業區的土地內。

必須預告林管區，要提防祇想依靠固定的砂壤質黑鈣土型土壤來完成砂地造林的工作計劃。1950 年 4 月 20 日蘇聯部長會議和聯共（布）中央委員會的決議，號召固砂造林首先在流砂給予集體農莊和國營農場的田地直接威脅的地方進行。頓河砂地的造林經驗表明，砂土和砂壤土上的人工林發育得比橢圓形砂丘上的要好得多，然而在過去，大部分是在砂性土上營造人工林。例如，頓河砂性土上計有數萬公頃的人工林，其實在橢圓形砂丘上的人工林就非常少。

現在，砂性土必須留作集體農莊和國營農場擴大播種面積的後備地，無論在什麼情況下也不能用之來全面造林。在這種砂性土上必須要營造防護林帶，而在具有流砂的單個的地段上必須營造森林。僅僅在沒有黏壤土間層並且一般是在崗陵起伏的砂質階地下部最貧

瘠的(淋溶的)砂土上,才應該全部植林,並且在波狀地和坡地上可培育松樹純林,在具有淺地下水的低地裏可培育喜濕樹種的人工林——柳、樺、檉木和楊樹。

在具有淺地下水和比較肥沃的砂壤土情況下,這裏可建立很好的果園和葡萄園。

2. 低橢圓形流動砂丘和草砂丘(小橢圓形砂丘)。現在這種砂地大多數是處在長滿雜草的狀態之中。但是,不管雜草生長到什麼樣的程度,這種砂地乃是造林的基本對象,雖然其中也有部分較好的地方可栽培高生產效能的作物——建立果園和葡萄園,例如在地下水位不深(0.5—1—1.5 米)的德聶泊爾河下游砂地,這裏在砂的下面埋有黏壤土,這就大大地改善了農作物生長和發育的條件。在低橢圓形砂丘(小橢圓形砂丘)上,可營造片狀林或叢林,這要看雜草生長的狀況和程度而定。通常在低橢圓形砂丘上,應當營造松樹和其他樹種的片狀林(大面積森林)。但是,由於在全面整地的情況下土壤有風蝕之危險,因此而不能在大面積土地上同時進行造林;所以,必須進行帶狀整地,在帶上先植林,過了 3—4 年之後再在帶間空地上植林,這樣也就達到包括全面的大面積砂地造林。

這種造林方式早就為實踐的林學家們研究出來,但是在現在的著作中¹⁾,還有根據 Г. Н. 維索茨基(Г. Н. Высоцкий)院士關於森林使土壤乾燥的錯誤理論指出間隔帶狀造林(不全面造林)的必要性,似乎由於砂地有乾涸的危險,而建議給森林佔 50% 左右的面積。

1940 年和 1946—1949 年,羅斯托夫省全蘇農林改良土壤研究所奧勃利夫試驗站(頓河下游砂地)所做的砂地濕度狀況的研究,證明間隔帶狀造林方式是沒有根據的,因為在草原植物覆蓋下的帶間空地像在森林覆蓋下一樣地乾涸着,而在砂壤質黑鈣土型土壤和低橢圓形砂丘上的片狀松樹林,甚至在深地下水情況下,也發育得很好,當然,在淺地下水情況下,無疑地森林是更順利地生長着。我們建議最好是在不要在單個的小風蝕盆地內造林,因為這種小風蝕盆地

1) Б. А. 杜比楊斯基:“頓河中游砂地”,國立農業書籍出版社,莫斯科,1949。



圖 12 在露出淡色基砂的風蝕盆地上 22 齡歐洲赤松的
侏儒症。後景是風移橢圓形砂丘上的同齡歐洲赤松林分。
(奧勃利夫試驗站)(C. A. 庫爾茲曼攝)

沒有土壤而露出基砂(古代冲積砂),松樹也在這裏成長不起來(侏儒症) 圖 12), 其他如砂丘的陡坡和丘頂以及不適於造林的其他地方也不應植林。

風蝕盆地的表層爲鮮白色砂,它不同於草砂地就是完全沒有地被物(草本植物)。在這種盆地裏,甚至在淺地下水位的情況下(1.5—2 米),松樹有着顯著的表層根系,其主根沒有觸及到地下水。後一種情況是與松樹的根向最好的濕度方面發育有聯系,而在疏鬆的持水量要小的砂地之情況下,最高的濕度正好是在具有腐植質和膠粒混合物的土壤表層。在這裏,松樹的根不再向砂地的深處伸展,因此甚至比較淺的地下水位它也觸及不到。

3. 高橢圓形和中橢圓形流動砂丘與草砂丘。這兩種砂地根本不同於上述之砂地,乃是自己的地形所決定:丘頂超過 7 米一般是屬於

高橢圓形砂丘，而丘高 3—7 米則屬於中橢圓形砂丘。

在這些砂地上造林時，必須要考慮到它們的困難的森林植物條件，首先應在最好的地段上進行造林。爲此，而要選擇具有淺地下水的丘間盆地和在造林中除去斜坡上部 $1/3$ 的斜坡下部。

在這裏，圍繞着不造林而空留下來的砂丘應營造團狀林（叢林，小面積森林）或不大的片狀林。露出純砂的裸露風蝕盆地同樣地也不能用之來植林。

這裏造林所用的樹種成分，是依這些地段的肥沃性爲轉移。在頓河砂地上，通常是栽植對土壤的要求最不嚴格的樹種——歐洲赤松和疣皮樺。在德聶泊爾河下游砂地上，在高橢圓形砂丘的條件下，正如索波列夫教授所指出的，造林樹種是取決於黏壤土間層和被埋土壤的存在、厚度及其所在之深度，除採用上述兩種樹種之外，還可栽植洋槐、楊、杏、桑及其他樹種。

大體上，森林在這裏所佔的砂地面積在 25—79% 大的範圍之內，其餘不造林的地方（砂丘和斜坡）可用作家畜的放牧。根據一些學者〔索波列夫、拉夫林科（Лавренко）〕的意見，家畜的放牧由於動物的腳蹄踏鬆部分的砂地表層，而改善了砂地的水分蓄積和減少蒸發。在砂丘上放牧，必須要在森林生長到不致於有爲家畜踐踏和破壞的危險以後開始進行。

當決定某一個集體農莊、國營農場或事業區的砂地上森林配置這一問題時，一定要查明這些砂地是屬於那一類型，並要精確地查出各種砂地所佔之面積，從而來確定固砂造林的工作程序。

如果具備有我們所列舉的全部主要類型的砂地，爲了經濟上的意義，砂地造林必須配置在不能用作農業的大面積高橢圓形砂丘中間的最好地方和低橢圓形砂丘上。在砂土和砂壤土上營造護田林帶，必須與集體農莊或國營農場的土地組織完全相協調，即首先要沿着列入輪作的砂地地段的邊界和輪作的田地的邊界來營造。

爲了預防砂地的風蝕和移動，在乾草原上主林帶（縱林帶）的配置，其彼此間的距離不能超過 200—300 米，而在裏海地區不能超過

100 米。副林帶(橫林帶)的配置應相隔 500 米。

在砂地上,林帶的寬度不應少於 15—20 米。營造大面積的松樹林時,必須要留出防火線,並在其中栽植以闊葉喬木樹種和灌木樹種所組成的林帶。林班的面積不應超過 10—15 公頃;同時,各林班必須為寬 20—30 米的防火線所分隔。

在裏海砂地上配置森林時,必須要慎重地考慮到這些地區的自然特點、現在的狀況及經營的方向。

在上面已說過,裏海砂地是分成兩大基本類型,即固定的或弱度流動的淡栗色砂土和砂壤土,與流動的和固定的新月形砂丘、橢圓形砂丘或砂崗。

在裏海砂地上大面積的造林是有一定限度的,因為在這樣嚴重的半沙漠的條件下,祇有在具有淺淡地下水的最好的低地裏才能培育成最好的森林。因此,主要的團狀林和叢林在這裏必須配置在新月形砂丘和橢圓形砂丘之間的低地裏,在這種低地裏存在着樹根所能達到的地下水,還有少量的配置在比較濕潤的疏鬆的流砂地上。

此外,在這裏,能够而且必須要圍繞着流動砂丘和砂崗栽植帶狀林,同時,為了防止砂堆現象,也必須要沿着具有開墾作農作物用地的砂地邊界栽植林帶。

在對裏海砂地的各地段詳細地研究了這一問題之後,應當指出,在阿斯特拉汗砂地上大面積造林的可能性極小,而在切里克-庫姆砂地上則略為大一些。

阿斯特拉汗砂地的大專家 M. A. 奧爾洛夫¹⁾指出,在阿斯特拉汗砂地必須採用塊狀、帶狀和片狀的形式進行造林,並且必須將森林配置在為春水所浸灌的伏爾加河沿岸的階地砂地、具有淺地下淡水面的砂地間的巨大的深低地和處於流動狀態中的大面積的流動新月形砂丘的周圍。阿斯特拉汗省波爾洪大面積砂地的造林經驗表明,在具有淡上層地下水的大面積砂地中間的單個的大低地裏,完全可以用納倫楊、洋槐和其他樹種營造不大的片狀林。在新月形砂丘的周

1) M. A. 奧爾洛夫:“阿斯特拉汗半沙漠地區”,莫斯科,1940。

圍，在這裏分散的流砂很好地積蓄着雪水和雨水，並且水分的蒸發要少，有可能營造帶狀林或團狀林。至於造林的樹種可採用黑楊、白臘槭和桂香柳 (*Elaeagnus angustifolia*)。

作為經濟意義的這些地段上的森林，同時也還是保護位於其旁的栽培農作物的土地避免砂埋的防護林。

沿着具有淡水的低地和新月形砂丘上的森林，對於畜牧業來說具有着相當重要的意義：它們在冬季保護着牲畜抗禦寒風，在炎熱的夏天，它們為牲畜創造了蔭涼地。這種林分在平坦地上應栽植成雙十字形的林帶（圖 18）。

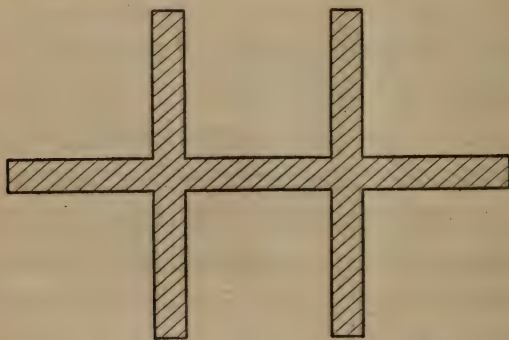


圖 18. 裏海砂地上作為蔭涼地的造林圖

切里克-庫姆砂地上的森林配置與阿斯特拉汗砂地有些不同。在這裏，有大面積砂地洗淨了有害的鹽分，並且還有為樹根所能達到的淡水，因此切里克-庫姆砂地對於造林來說是比较適合的。在具有流動的新月形-橢圓形砂丘的長崗上，完全能够營造寬 50—100 米的帶狀黑楊林；在具有固定的新月形砂丘或淡栗色砂土的平地 and 低地，可培育很好的洋槐林，而在具有被埋土壤的橢圓形砂丘上可栽培橡樹。

在總方向是經營畜牧業的情況下，在切里克-庫姆砂地上所營造的林分不僅具有着經濟上意義，而且像在阿斯特拉汗砂地上一樣還有其防護上的意義，為此，營造蔭靜場所的林分完全能適用於這

裏。

在所有的裏海砂地上，在居民點境界內和集體農莊與國營農場的周圍的綠化林、防護林正起着巨大的保健作用。

這些綠蔭林保護着居民抗禦塵土風暴和塵風，造成蔭涼環境，清除空氣中微塵，這就影響着人們的身體健康；因此這些森林必須加以擴展。

適於砂地造林的樹種

在斯大林改造大自然計劃中，對於砂地造林介紹了如下的喬木和灌木樹種：

1. 森林草原帶：歐洲赤松、樺木、橡、楊、錦雞兒、韃靼忍冬、柳；
2. 乾草原帶：歐洲赤松、克里米亞松、洋槐、橡、楊、杏、桑、錦雞兒、黃櫨、桂香柳、韃靼忍冬、柳、紫穗槐。
3. 半沙漠帶：洋槐、小葉榆、橡、楊、桑、杏、桂香柳、黃櫨、檉柳、砂拐棗、柳、松。

在流動砂地上，要在預先用尖葉柳或機械砂障把它固定之後着手造林。實際栽植喬木樹種必須在這個時候進行，即當砂地在栽植尖葉柳或設置機械砂障之後變成爲不流動狀態，不再出現有樹苗被砂割、風蝕和砂埋的現象。通常是在實行上述固砂方法以後2—3年開始進行。在固定砂地（草砂地）上，植苗或播種森林樹種事先要進行適當的土壤耕作。

在砂地上造林應當遵循各個樹種的生物學特性。必須牢牢記住，砂地往往是不一樣的，因此森林樹種的生長也就會不同。在砂地上沒有掌握其土壤條件，就不能很好地進行造林。因此之故，我們在總的方針方面提出一些建議。

最穩定而有價值的樹種——歐洲赤松，對於森林草原帶和乾草原帶的沿河砂地（古代沖積砂地）以及裏海砂地（切里克砂地）的某些地區造林，可以廣泛地加以利用。在森林草原和乾草原砂地上造林，歐洲赤松是個主要樹種。祇有在大橢圓形砂丘的頂部（三分之一的

上部)和淡色砂的風蝕盆地不能用之來造林,因為松樹在這裏生長很壞。

克里米亞松除了適於歐洲赤松的那些地形以外,能够廣泛地應用於德聶泊爾河下游砂地和切里克砂地的造林。

洋槐最適合於乾草原帶範圍內的頓河大面積砂地的砂壤質黑鈣土型土壤,這裏在 50 厘米的土壤深處具有堅實層(砂壤土-黏壤土間層)。洋槐在德聶泊爾河下游砂地和切里克-庫姆砂地中可有效地加以應用。

在森林草原帶和乾草原帶的低處具有被埋砂壤質黑鈣土型土壤(被埋深度 50—100 厘米)的砂地和砂壤質黑鈣土型土壤上造林,疣皮樺是完全適合的,它在具有淺地下水(2—2.5 米)的情況下生長得為最好。

小葉榆有效地生長在砂壤質黑鈣土型土壤上,這種土壤在 100—150 厘米的深處具有壤土間層(乾草原帶)。

夏橡適宜於乾草原帶的砂壤質黑鈣土型土壤上造林,在這種土壤中的不深處(50—150 厘米)埋有黏壤土間層。在切里克-庫姆砂地範圍之內,橡樹可用作低橢圓形砂丘(小橢圓形砂丘)的有效造林,這種低橢圓形砂丘在平均約為 1 米的深處(有達 3 米)具有被埋砂土和砂壤土,地下水深平均 6—7 米。

黑楊適用於切里克-庫姆大面積砂地的裸露橢圓形-新月形砂丘造林。在森林草原地區和乾草原地區,黑楊應該栽植在其他作物不能收到較好經濟效果的河流沿岸,以及地下水比較不深的(5—6 米)而不能用作其他較有價值的作物的砂質黑鈣土型土壤。

砂地植苗造林和播種造林的整地

造林的整地,其總任務在於保證種子發芽或樹苗成活、植物以後的良好生長和發育的必要條件。整地首先在營養物質、良好的水分狀況和空氣狀況方面要為植物根系的發育創造優良條件,減輕喬木植物與田野雜草的鬥爭。

但是，在草原造林中所採用的整地方法，不能完全搬到砂地和砂土上來，這是因為砂地和砂土具有着疏鬆性、無結構性和高度透水性的特有特性。

砂地造林的整地，必須根據土壤的性質、砂地上草本植物生長的程度和草本植物本身的性質（荒野雜草或田野雜草）來進行。

不用說，良好的整地不僅很好地影響到植株頭一年的生長和發育，而且也很好地影響到植株今後的生長和發育。整地可改善植株的生長，加速植株的鬱閉，由於土壤的混雜度減低，進而就大大地減少了以求樹冠適時鬱閉的除草和鬆土的次數。

早在上世紀的 80 年代，阿爾察津施業區的頓河砂地上栽植松樹的最初試驗，就確定了砂地和砂土全面整地的必要性¹⁾。雖然如此，在乾草原地帶頓河砂地上的一些林管區，在草砂地、砂土和砂壤土上仍然不進行全面翻地，用犁溝植苗的方法栽植松樹。這些單株栽植的松樹由於經受不住壓制它們的野生草原草本植物的鬥爭而死亡了。

但是，在沒有猖狂的雜草地下莖的弱度緊密的半草砂地和草砂地上，為了避免砂地全面耕地而受到風蝕起見，必須進行寬 1—2 米的帶狀整地，其間空留狹窄的不開墾的間隔。砂地上所翻耕的帶總是應該垂直於春季和夏季的主風方向。

在另一種情況下，如果砂地沒有被風蝕之危險，那末必須進行間隔的寬帶狀整地，耕作的帶寬可為 25—30 米，而空留的未翻耕的帶寬也為 25—30 米或大一些。耕作帶的寬度視砂地遭受風蝕的程度而定。未開墾的間隔要在耕作帶造林之後經過 3—5 年才進行耕作，即當耕作帶內的樹木樹冠開始鬱閉並不再有砂地風蝕之危險進行耕作。

在德聶泊爾河下游半固定橢圓形砂丘和固定橢圓形砂丘上，C. C. 索波列夫教授鑒於大面積進行全面整地會有風蝕的危險，建議

1) П. Н. 謝爾蓋也夫：阿爾察津林區的松林栽植，“林業雜誌”，第 10 期，1912。

進行寬 5—10—15 米和 15 米以上的狹帶狀整地，而未翻耕的緩衝帶的寬度應比耕作帶大到 2—3 倍甚至 10 倍。

對於德聶泊爾河下游砂地來說，在裸露的耕作土壤上春季的塵土風暴將引起極強烈的砂地風蝕，這個建議是正確的。對於裏海砂地來說也是正確的。在比較緊密的砂質和砂壤質黑鈣土型土壤耕作帶的寬度可到 50—100 米。

在黏壤質黑鈣土和栗鈣土上草原造林的實踐確定，秋耕休閒制的土壤耕作乃是植苗造林整地的最好方法，因為這種土壤耕作法能夠保證土壤中水分的蓄積與保持，改善土壤中營養物質的狀況，清除土壤的雜草、害蟲及病菌。

在砂地上，應用秋耕休閒制由於下面兩個主要原因而是沒有什麼意義的：(1)砂地多年造林的經驗表明，為了保證幼樹高度的成活率和完整性要按秋耕制進行完全充分的整地；(2)完全休閒地的耕作由於有風蝕的危險對砂地是不適合的。

正如在上面所指出的，砂地和砂土容易為秋雨和融化的春水所濕潤；所以從濕度狀況和養料狀況來看，秋耕是完全足夠的。

在個別的情況下，當雜草繁茂時，可以不實行秋耕休閒，而實行綠肥休閒，在頓河砂地上特別需要實行羽扇豆休閒，或是將砂地地段預先作為一年甚至二年的瓜地。

不久前，曾用作栽培農作物的荒蕪的砂土和砂壤土，除去其雜草是有着重大的意義。在這種情況下，隨着秋耕地深耕而實行滅茬整地，並能達到植林所需要的足夠深度。在頓河砂地和砂質黑鈣土型土壤上，耕作的深度為 18—20 厘米，而在較緊密的黑鈣土型砂壤土上則為 20—22 厘米。在南方和東南方比較乾旱的地區，例如伏爾加河右岸砂地、德聶泊爾河下游砂地和裏海砂地，耕作的深度應當為 22—25 厘米，甚至 27—30 厘米。如果對根莖類和根蘖類雜草蔓生的土壤進行整地時，也必須實行深秋耕（27—30 厘米），這樣即可達到在滅茬之後將這些雜草深埋起來。

在雜草蔓生的砂土和砂壤土，應與農作物收割的同時或在收割

之後立即進行5厘米深度的翻耕滅槎。對於頓河下游和德聶泊爾河下游的砂壤質黑鈣土型土壤來說，滅槎更有着巨大的意義，因為那裏在乾旱的秋季，不預先滅槎土壤就會乾燥而硬結，這樣就使得秋耕困難，以致往往直至秋雨開始還不能完成整地工作。滅槎可用 ДД-16.6 或 ДДШ-12 拖拉圓盤滅槎機進行。

當土壤在根莖類雜草（鵝冠草）和根鬚類雜草蔓生的情況下，必須進行比較深的滅槎，隨後當從切斷的鵝冠草根莖或根鬚類雜草根叢上出現幼草時，却用帶有前小鏟的犁進行深10—12厘米的秋耕地翻耕。

砂土和砂壤土是以帶有深耕器的 П-3-30-П 拖拉犁進行主要的秋耕，這種深耕器在滅槎方面要比圓盤機深耕1—2厘米。春季整地乃是秋耕地的播種前（植樹前）鬆土，為了使耕地平坦，隨後需用拖板拖平耕地。

冬季緊密下沉和淤塞的砂壤土，進行鬆土尤為重要。

在緊密的固定橢圓形砂丘和半固定橢圓形砂丘上，植林整地也是必須的。在為砂地乾草原植物或摻雜不多的鵝冠草、拂子茅及砂燕麥的雜草所覆蓋的砂土、砂壤土和固定橢圓形砂丘上，以秋耕的方法用帶有未經事先滅槎的前小鏟的犁進行整地。

混雜着大量的鵝冠草和拂子茅等荒草蔓生的橢圓形砂丘，以及處於鵝冠草荒休地狀態的砂土地段，必須用深耕圓盤機進行耕耘（深10—12厘米），隨後當根莖類雜草的幼草出現時則進行深秋耕。

祇有在沒有草本覆蓋物的分散的裸砂地上才不進行整地，但是這裏必須有與砂的流動性、地表風掃、植株的砂埋和風蝕以及砂粒抽打作鬥爭的措施。

播種和植苗的技術

為了加速砂地造林工作及減低其費用，為了營造比較穩定的林分，藉助於喬木樹種的種子直接播種在固定地段上的方法培育森林具有着重大的意義。Т. Д. 李森科院士指定出以橡樹為主要樹種營

造護田林帶的簇播法，這種方法培育森林頭幾年內是在各種農作物其中也包括多年生牧草的覆蓋物下面進行。T. Д. 李森科所建議的簇式造林法在砂地上無疑地獲得了廣泛的實際應用。爲此，還需要擬定除橡樹以外的其他樹種有效的簇播技術。因爲砂地的類型不同，播種造林的技術也因之而異。要正確地解決這一問題，必須要考慮到樹種的森林生物學上的特性、將進行這項工作的砂地之狀況和性質以及氣候區域。

橡樹造林必須以 T. Д. 李森科院士所製定的簇式法並遵循他爲培育這個樹種所擬定的須知進行播種橡實。在農作物生長不好及不適宜栽種農作物的砂地上，最好是在試驗性的生產條件下，在喬木和灌木樹種的覆蓋物下面試播橡樹。正如全蘇農林土壤改良科學研究所的試驗結果所證實的那樣，在切里克-庫姆砂地上祇有在其生長的頭幾年中能够造成遮蔭的其他植物保護之下，才能用播種法有效地培育橡樹。必須記住，砂地、砂土及砂壤土裸露的表層在夏季晒熱到使得橡樹幼苗受到強烈灼傷的高溫；因此在上述砂地上培育這種樹種時必須要考慮到這一因素，並要保護幼苗以防灼傷。

每一個橡簇的面積爲一平方米，在裏面配置五個穴，其中一個在中央，與其周圍相距 30 厘米處設有四個穴。在每一個穴內播種 6—7 個橡實。橡實覆土的深度在砂壤土和砂土上爲 10 厘米。因爲砂地的表層迅速乾燥，橡實這樣深的覆土會產生良好的效果。

在砂地上，栽植喬-灌木樹種實生苗和插穗的技術和營造護田林帶一樣。栽植實生苗和插穗通常用郭列索夫鍬或拖拉機曳引的植樹機進行。

當掘苗和搬運的時候，必須採用一切辦法不使苗木受到損傷，而苗木的根系在任何時候都要保持着濕潤狀態。祇是具有濕潤根系的健壯苗木才用來栽植。因此，在栽植的時候爲了使苗木的根部不受乾燥，必須把它保存在裝有浸沒根部的泥漿水桶中，這種泥漿是由用水滲透的黑鈣土型土壤作成的。春季植樹應當在土壤解凍後立刻進行，延續時間最多不超過 5—7 天。當在栽植穴或裂隙內植苗時，必

須要注意苗木的根部不使捲疊不展，最好是讓它在栽植穴（裂隙）內處於垂直狀態。秋季植樹通常是在普通落葉的時候開始進行（十月），至嚴寒來臨之前停止。植苗在濕潤地上進行。春季植苗時，苗木的根頸應當栽到表土以下 2—3 厘米；秋季植苗時，苗木的根頸應當栽到表土以下 3—5 厘米。

達到標準規格的一年生苗木可移植的有：洋槐、桂香柳、錦雞兒、黃檯和小葉榆。

二年生苗木可移植的有：歐洲赤松、克里米亞松、疣皮樺和韃靼槭。

小葉榆、桑、韃靼忍冬及其他樹種是否一年生或二年生移植，可視苗木的發育情況而定。

針葉樹種（歐洲赤松、克里米亞松）和洋槐在早春從苗圃裏起出後則定植到現場上去。

苗木要在進行栽植的氣候地區內的苗圃裏進行準備。此外，苗木應當在與營造防護林帶地方沒有多大差異的土壤條件下進行培育。

關於果樹育苗的問題，偉大的自然改造者 И. В. 米丘林曾經寫道：“培育苗木必須在比較不優越的條件下（接近於自然條件）和在比較貧瘠的砂壤土上進行，不必需要什麼特別的方法”¹⁾。

栽植楊、柳、檉柳插穗要在早春或秋季進行。柳樹最好是秋季栽植。截取插穗的枝條須在秋季或早春芽苞開放前砍伐，並且就在栽植前把它截成插穗，其長度為 30—40—50 厘米。栽植前，插穗要放在水裏經過一晝夜時間，而在栽植的當時還要把它放在帶水的水桶中。過乾的插穗不宜栽植。栽植插穗時，使插穗的芽端向上，整個地直植入土中並與地面相平。

楊樹插穗最好是成簇栽植。每一個簇地的面積為一平方米，各簇地間的配置是 3×3 米（從簇地的中心點算起）。在每一個小塊面積均勻地栽植 9—16 個插穗，這要看那種楊樹的成活率情況而定，即

1) “米丘林選集”，第 197 頁，1948。

使每一個簇地內至少能長出三株。上述的一平方米面積之間的距離是否合理和在每一個小塊面積內栽植插穗的數目必須在試驗生產的條件下加以檢驗。

爲了提高楊樹林的壽命，插穗應在由楊樹實生苗所建立的專門的母本植物園內採取。

栽植苗木應以行植法進行。

行間的距離如下：

1. 針葉樹種（歐洲赤松和克里米亞松）：

（1）純林爲 1.5 米；

（2）與灌木成植混交時（1 行松樹，1 行灌木，1 行松樹，等等）爲 1.0—1.5 米。

2. 闊葉樹種：

（1）純林爲 1.5—2 米；

（2）與灌木成行混交時爲 1.0—1.5 米。

喬木和灌木的株間距離爲 0.7—0.8 米。

幼 林 的 撫 育

在林地上雜草開始強烈滋蔓的情況下，由於幼林的狀態將會變壞，必須在植株行間進行深 6—8 厘米鬆土工作的同時，還要剷除行內的雜草。在幼林內雜草蔓生的情況下，除草和鬆土在第一年要進行 3—5 次，第二年 3—4 次，第三年 2—3 次，在以後的年份裏可根據實際情況進行 1—2 次。這些標準額應當認爲是大致的，撫育的次數可視雜草滋蔓的程度可加以改變，其原則在於使幼林株行間的表土在樹冠鬱閉前的整個時期內保持着疏鬆的和無雜草的狀況。在平坦的和波狀起伏的砂地上，在幼林的行間可用拖拉機鬆土，而在橢圓形砂丘上可用馬鬆土，在行內則用人工鬆土。

在幼林的樹冠鬱閉之後却進行森林撫育工作（撫育採伐）。在東南地區，撫育採伐對於調節土壤水分的平衡，以保證林分在將來有效的生長有着重大的實踐意義。因此必須及時地進行適當的撫育採

伐，以保證林分最適宜的疏密度。同時還必須注意到，過度稀疏的疏林其壽命是比較低的。衆所週知，在砂地稀疏的松樹人工林內，草本植物的侵入和發育在欺壓木本植物的同時還引起土中水分消耗的現象，以致使得植株枯萎。此外，實行撫育採伐還有其經濟上的意義。在撫育採伐的情況下可獲得爲國營農場和集體農莊所需要的大量木材。應當考慮到，許多樹種在砂地上生長得很快，因此，在很短的時間內即可獲得滿足我們需要的木材。例如，在半沙漠條件下的阿奇庫拉克砂地上，洋槐林從 8 齡起隨着撫育採伐可獲得少量木材；楊樹林從 6 齡起從撫育採伐方面可獲得商品材。從砂地上 17—19 齡的洋槐林（平均直徑 15—16 厘米，平均高度 10—11 米）和 13 齡的楊樹林（平均直徑 18—19 厘米，平均高度 16—17 米）中就可以獲得爲集體農莊莊員所需要的商品材。

根據 B. M. 彼屠霍夫的材料，在羅斯托夫省齊爾砂地上的人工松樹林內，以綜合法進行撫育採伐所得的平均出材量按材種表明在如下的指數上（表 10）。

表 10

林 分 組 成	年 齡 (年)	一公頃的 材積蓄積 量(立方 米)	造 材 率 (估蓄積 量的%)	出 材 率 (%)		
				商 品 材	薪 材	細 枝
歐洲赤松 10 + 橡樹	33	223.0	25.0	76.7	1.9	21.4
歐洲赤松 10 + 橡樹	28	144.9	30.0	69.4	4.3	26.3
歐洲赤松 10	18	74.5	27.1	47.7	—	52.3
洋 槐 10	20	93.2	31.8	59.6	4.5	35.9

除人工造林以外，必須用一切辦法來促進森林天然更新。

這種工作方法無疑地將加速砂地防護林的營造。在庫爾斯克省舊奧斯科爾林管區切列霍夫林場的森林草原砂地上，歐洲赤松的天然更新已經取得良好的效果。在這裏，在 30—40 齡的松林小空地內有很密的成叢野生苗。在斯大林格勒省的卡麥申和阿爾察津草原砂

地及羅斯托夫省的齊爾砂地上，歐洲赤松也有野生苗出現的事實，在某些情況下，這些地方2—15齡的野生和幼樹的形態是令人滿意的。從經濟上着眼，促進松樹天然下種和幼樹生長的措施可歸納如下：

1. 估計有足夠量的松樹種子飛來及其生長和發育的地方，其死地被物層和表土在秋季要加以鬆土；

2. 以後，根據野生苗出現及發育的情況，伐除妨礙現有野生苗生長和發育的一些粗大的母樹，以擴大這些面積，從而為新野生苗的出現創造條件；

3. 對於稠密的團狀和塊狀天然幼齡林必須進行適當的疏伐。

在或多或少裸露的地段上（沒有稠密的草本覆蓋物和厚的死地被物層），歐洲赤松的天然更新為最好。當實施促進松樹天然更新措施時，必須注意到，松樹的幼苗是出現在土壤表層具有足夠濕度的情況之下，為此就需要有排斥表土過熱現象的條件。

幼 林 的 保 護

在集體農莊和國營農場砂地上所營造的人工林，必須嚴密地加以保護，防止家畜踐踏和火災，注意病害，並與這些危害作鬥爭。

在利用為栽種農作物的砂土和砂壤土的幼林地段上，在進行農業工作時，必須勿使拖拉機、農業機械和農具傷害林木。

在植株頭幾年的生活裏面（樹冠鬱閉前），林地上絕對禁止進行放牧或驅趕家畜經過林地，因為家畜會吃掉樹葉和嫩枝，而松樹的幼樹最易受害。

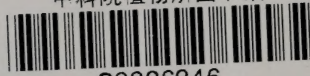
我們應當特別地注意森林防火。廣闊地分佈在草原砂地上的松林常常遭受火災，並且燒毀了大面積的最有價值的幼齡林和成年林。

因為這個關係，集體農莊、國營農場和林管區的領導者應當給予森林防火以極大的注意。在設計砂地林分配時，必須注意把林地劃成不超過10—15公頃的林班，林班間留出20—30米寬的防火線。在這些防火線上必須營造由具有防火作用的闊葉灌木所組成的林緣。

此外,每年初夏時必須對所有的林分,即沿着每一個單獨的森林小班、林帶〔帶狀林 (кулисы)〕的邊緣耕犁一條狹窄的土壤帶(寬 1.5—2 米),預防火災發生時火焰的蔓延。

負有護林責任的人,絕對禁止在林分內或森林附近引火。這些人當森林內出現災害和蟲害時必須及時地上報,並保護林分防止濫伐和破壞,禁止打鳥和搗毀鳥窩。

中科院植物所图书馆



S0026346

1955 八月 册 壹日

68.54
447

國造林476854

張其錦 68.54

68.54

447

書 號.....

登記號 1476854.....

4178

書號：026
(譯) 164
定價：(8)五角二